

Cap. 5

Quotatura

Cap. 5

Quotatura

- Premesse
- Criteri di indicazione delle quote
- Convenzioni valide per quotature particolari
- Tipi di quotatura

Premesse

La **quotatura** costituisce il complesso delle informazioni che precisano le dimensioni di un *oggetto* (solitamente un componente meccanico) rappresentato in un disegno tecnico. La quotatura deve quindi definire in modo corretto la forma geometrica dell'oggetto in tutti i suoi dettagli.

Se un disegno non viene eseguito in scala, parrebbe logico rilevare direttamente dal disegno (anziché scrivere le quote) le dimensioni del pezzo, ma ciò solitamente non avviene (se non in casi particolari). **La quotatura è infatti obbligatoria e necessaria**, in ogni disegno tecnico, per le seguenti ragioni:

- 1) facilità di lettura delle quote scritte, rispetto al rilievo diretto ;
- 2) impossibilità di rilevare dal disegno le dimensioni decimali (inferiori al millimetro);
- 3) possibile alterazione delle dimensioni nelle riproduzioni e copie.

Le quote sono indispensabili all'esecutore che deve conoscere senza incertezze le **lunghezze**, le **altezze**, le **profondità**, la **posizione relativa delle varie parti**, la **distanza degli assi** ed i **diametri** dei fori, e altri dati caratteristici dell'oggetto. Come si vedrà in seguito, sarà inoltre importante conoscere l'entità degli errori che sono ammessi nell'esecuzione, attraverso l'uso delle **tolleranze**, poiché è praticamente impossibile che le dimensioni realizzate siano esatte in senso assoluto.

La rappresentazione di un oggetto secondo metodi grafici normalizzati definisce l'oggetto solo in modo qualitativo.

Per completare la rappresentazione tecnica è necessario aggiungere informazioni quantitative.

Un oggetto viene completamente definito dalla descrizione della **forma**, delle **dimensioni**, dello **stato superficiale**, e del **materiale**.

Quotare un disegno significa riportare tutte le indicazioni idonee a definire le **dimensioni** dell'oggetto.

Non si deve confondere quotatura con scala del disegno! Le **quote** indicano sempre le **lunghezze reali** e sono indipendenti dalla scala.

3 regole fondamentali:

- **SI QUOTA CIÒ CHE SI VEDE**
- **SI QUOTA UNA SOLA VOLTA**
- **SI QUOTA SECONDO LA POSSIBILITÀ DI REALIZZARE LE MISURE**

Criteri di indicazione delle quote

- Elementi della quotatura
- Disposizione delle quote

Criteri di indicazione delle quote

Elementi della quotatura

La quotatura è una parte integrante del disegno e deve essere eseguita rispettando le convenzioni e le norme UNI.

La quotatura è costituita dai seguenti **4 elementi** (figura1) :

1. le **linee di riferimento**, che indicano i punti, le rette, i piani, ecc. di cui si vuole precisare la distanza o quota ; esse vengono tracciate con linee continue fini (tipo 01.1);
2. le **linee di misura**, segmenti rettilinei o archi di circonferenza che rappresentano la distanza o quota che si vuole precisare, tracciata anch'essa con linee continue fini;
3. le **frecce**, che indicano gli estremi delle linee di misura;
4. la **quota** o parte numerica, che indica il valore della misura che si vuole precisare.

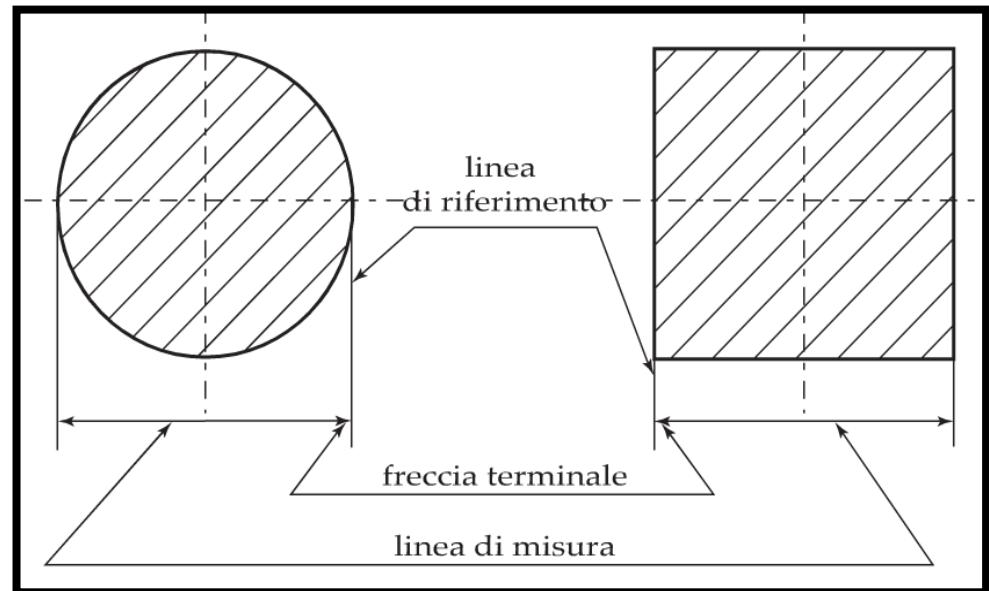


Fig. 1 – Gli elementi della quotatura

1. Linee di riferimento

1a) Le linee di riferimento hanno origine dal punto o dalla linea a cui si riferisce la dimensione e vengono tracciate **fino a sopravanzare un poco** la linea di misura. Questa sporgenza deve essere uniforme, e **non maggiore di 2 mm** (figura 2a). Le linee di riferimento hanno direzione **perpendicolare** alla dimensione da misurare.

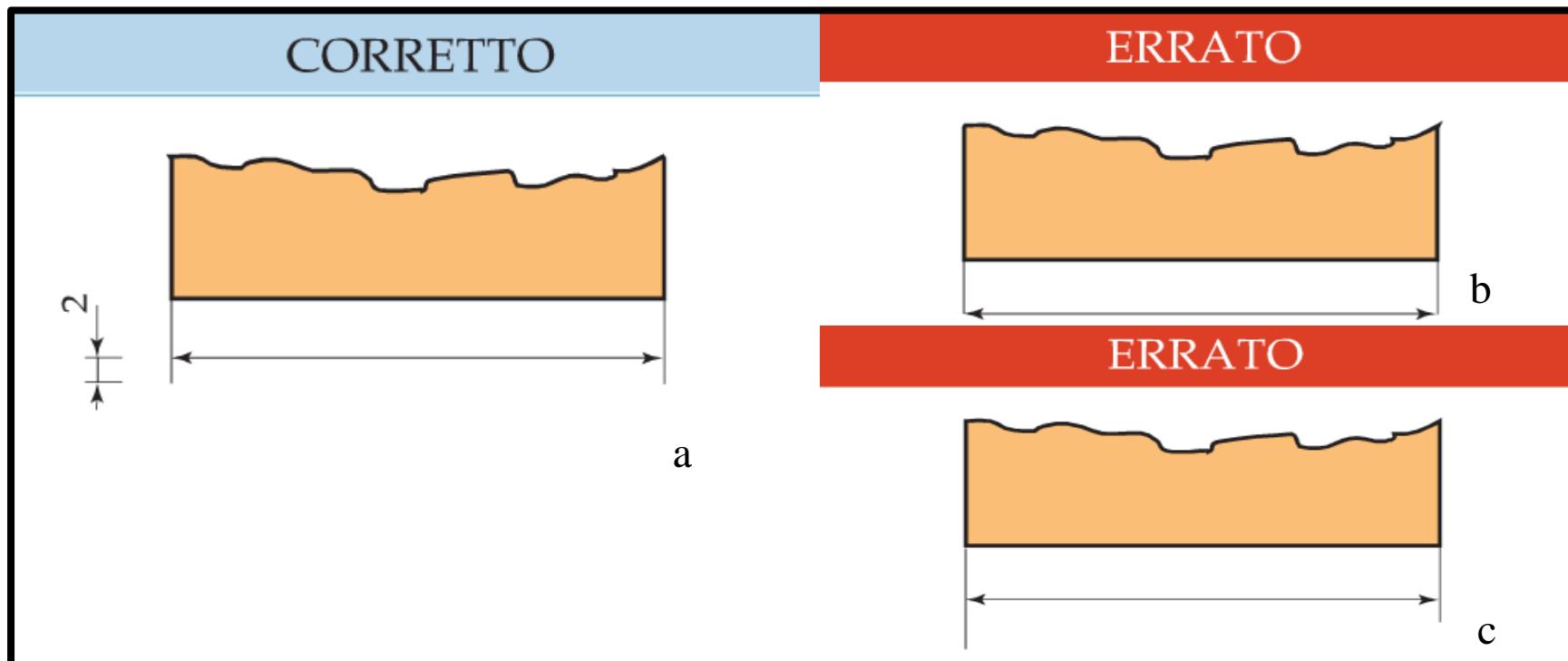


Fig. 2 – le linee di riferimento: a) hanno sporgenza uniforme; b) non sporgono; c) sporgono troppo e in modo non uniforme dalle linee di misura.

1b) Le linee di riferimento hanno direzione **perpendicolare** alla dimensione da misurare; eccezionalmente, soltanto quando la chiarezza del disegno lo richieda, si ricorre a linee di riferimento oblique (figura 3).

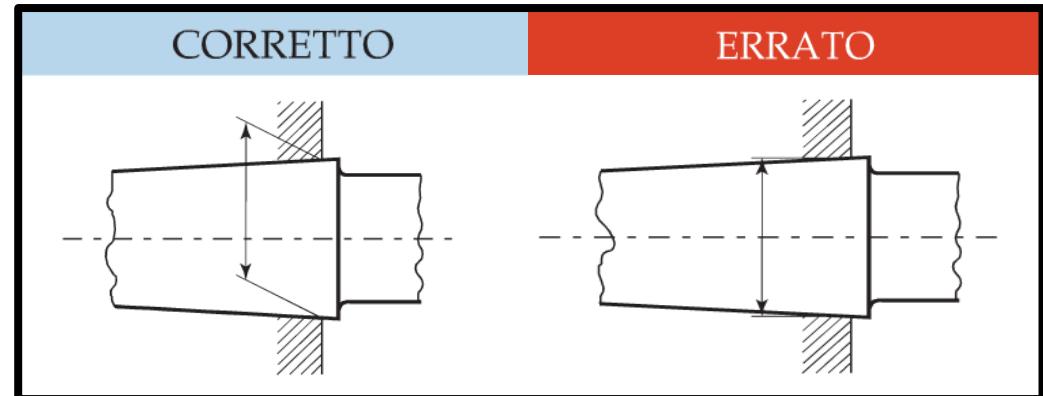


Fig.3

1c) Le linee di riferimento non si devono incrociare (figura 4).

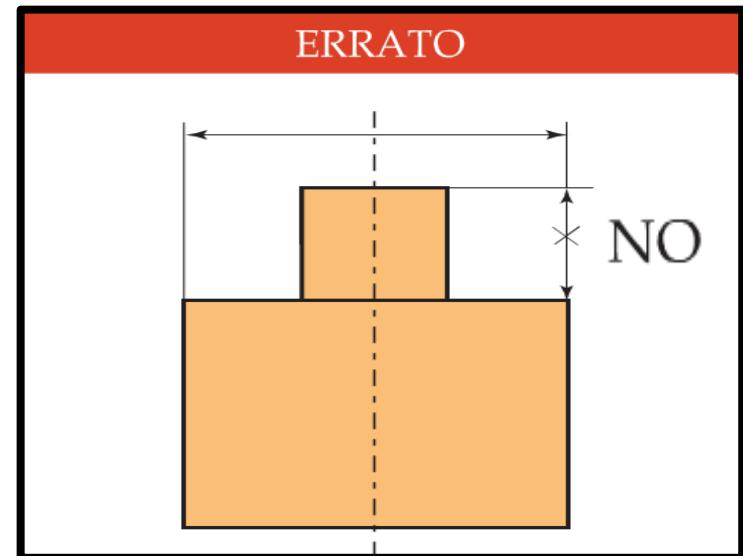


Fig.4

1d) Assi di simmetria, tracce di piani e linee di contorno del pezzo possono essere usati come **linee di riferimento** (figura 5a, b, c) **MA NON** come **linee di misura** (figura 5d, e).

In figura f è riportato un esempio di esecuzione ideale.

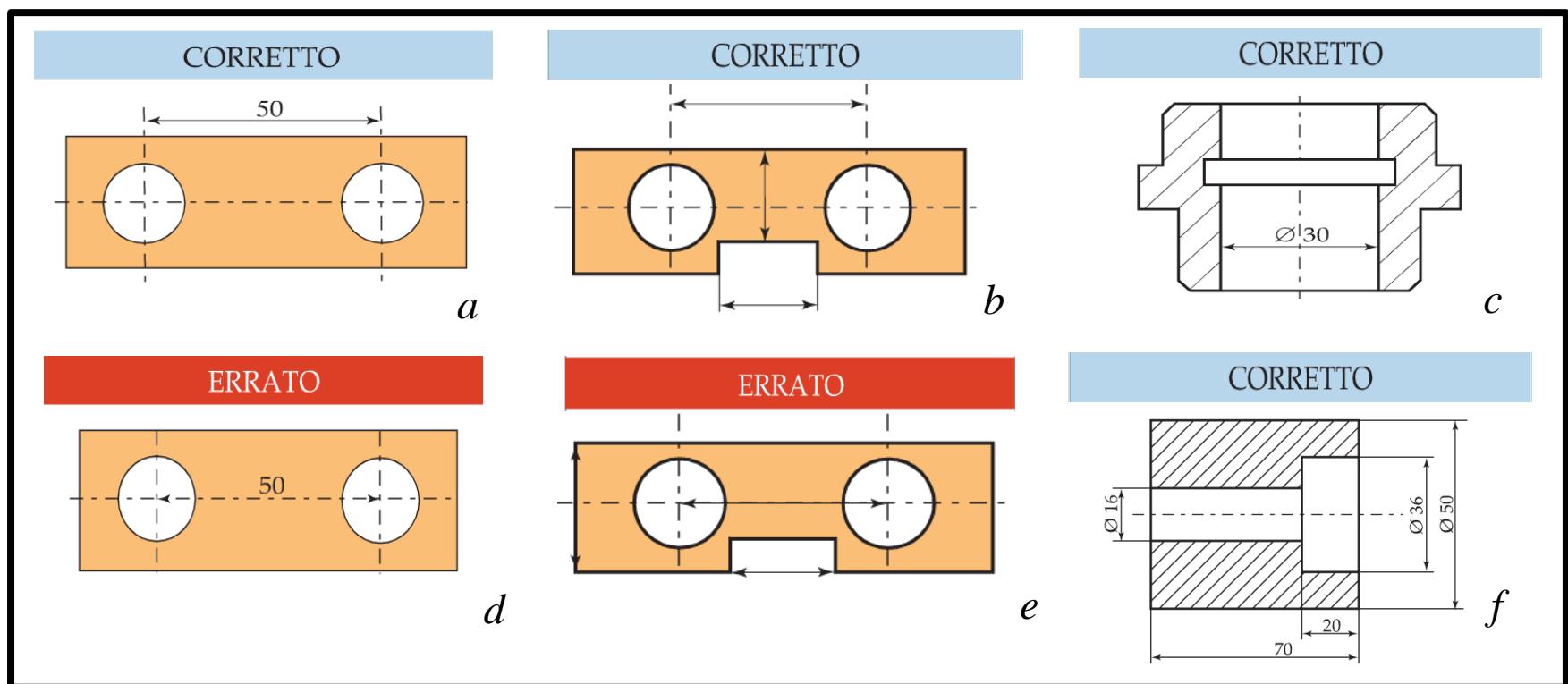


Fig. 5

1e) Le linee di riferimento **non devono essere usate** per individuare spigoli o parti nascoste disegnate con linea a tratti (figura 6). Nella quotatura di un pezzo si utilizzano sezioni, parziali o totali in modo che tali parti risultino in vista oppure si trasferiscono le linee di riferimento con le relative quote su altre proiezioni ortogonali in cui tali parti risultino in vista

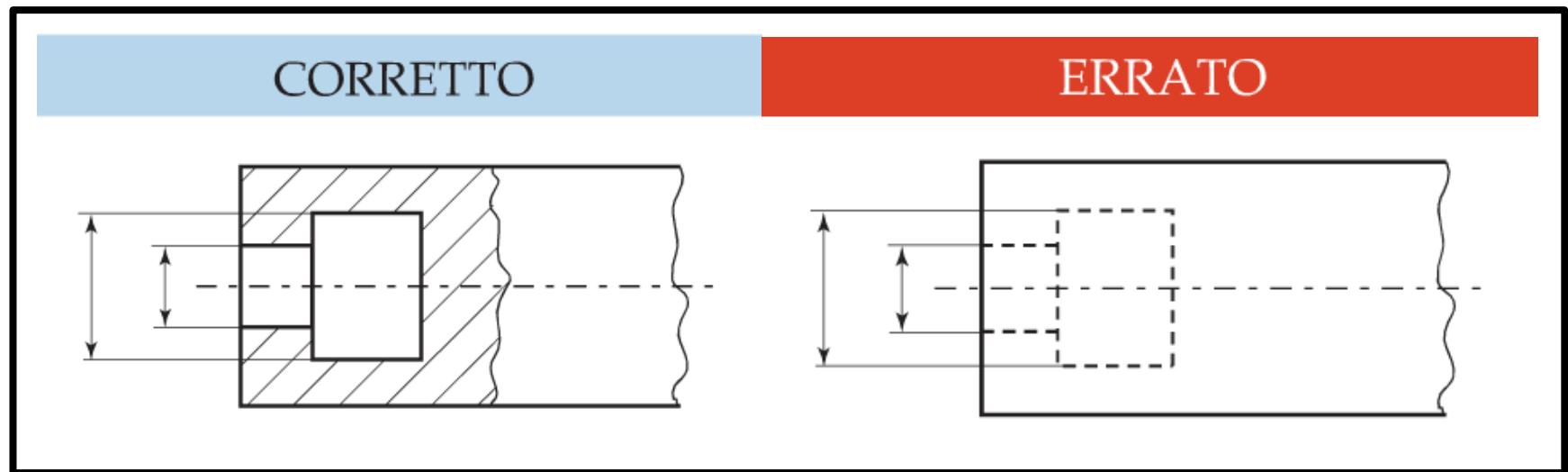


Fig.6 – non si quotano elementi non in vista

1f) Nel caso di smussi o raccordi si mandano le linee di riferimento dai punti di intersezione fittizia (figura 7a, b): tali punti si mettono in evidenza prolungando le due linee di contorno concorrenti, mediante linee continue fini che proseguono poco oltre l'incrocio virtuale.

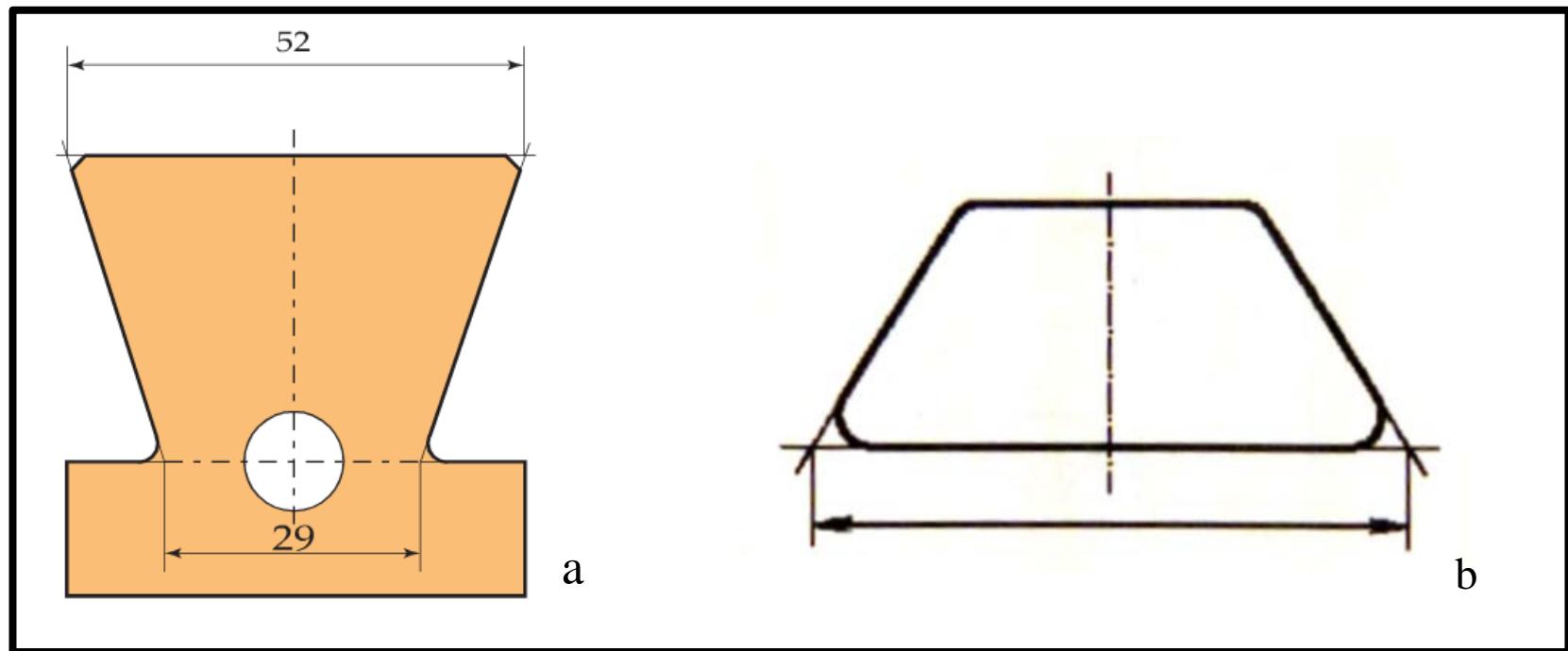


Fig. 7 – a) Nel caso di smussi (quota 52) o raccordi ((quota 29) e Fig. 7b), il riferimento si determina prolungando le linee di contorno

2. Linee di misura

2a) Le linee di misura devono essere messe **all'esterno di viste e sezioni**.

Solo quando si vuole evitare che le linee di riferimento attraversino il disegno per lunghi tratti o taglino troppe altre linee, si possono mettere le linee di misura all'interno del pezzo; nel caso di sezioni per ragioni di chiarezza, è opportuno cancellare parte del tratteggio per rendere la quota più leggibile (figura 8)

2b) Le linee di misura non devono attraversare le zone del disegno tratteggiate. Quando non se ne può fare a meno, per ragioni di chiarezza è consigliabile cancellare parte delle linee nella sezione.

Si noti che il prolungamento delle linee di riferimento per disporre la quota fuori dal pezzo (secondo le regole) provocherebbe confusione, in quanto, nel caso del pezzo rappresentato in Figura 9, potrebbero essere scambiate con un'indicazione di filettatura.

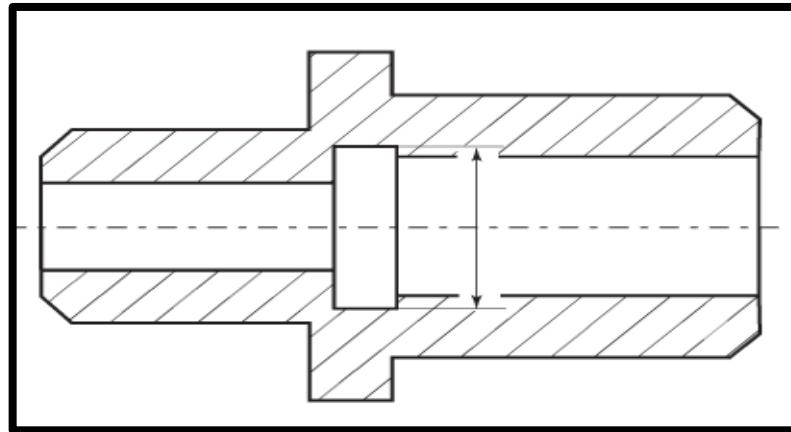


Fig. 8

2c) Le linee di misura non si devono incrociare (figura 9a); si dispongono perciò le linee di misura più corte vicino al contorno e quelle più lunghe via via sempre più lontane (figura 9b).

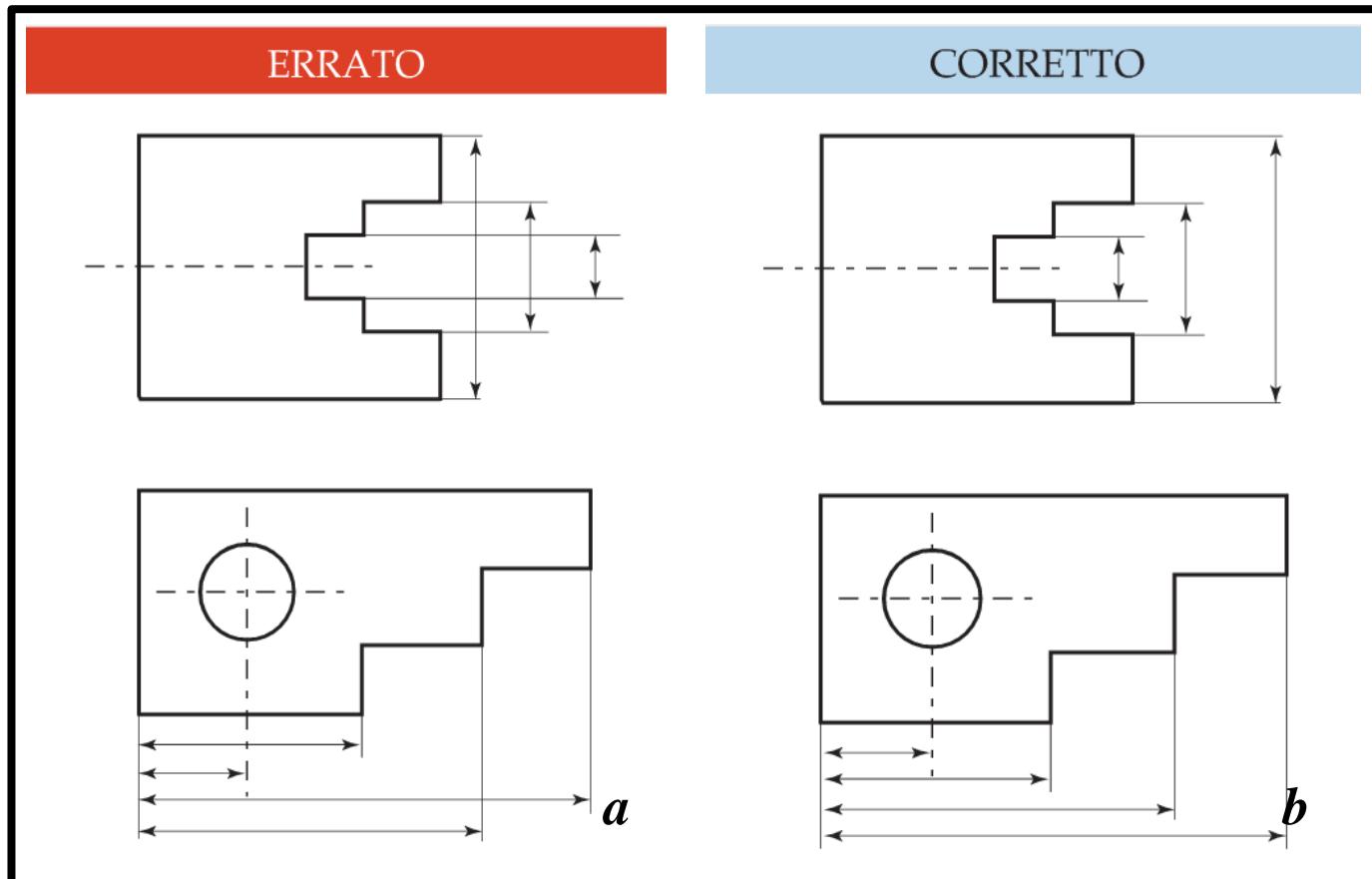


Figura 9 – Evitare le intersezioni di linee di misura con linee di riferimento

2d) Le linee di misura devono essere **sufficientemente distanti dal contorno** in modo da lasciare in evidenza la rappresentazione del pezzo, e poi **distanziate tra loro in modo uniforme**, affinché la lettura delle quote sia facilitata (figura 10).

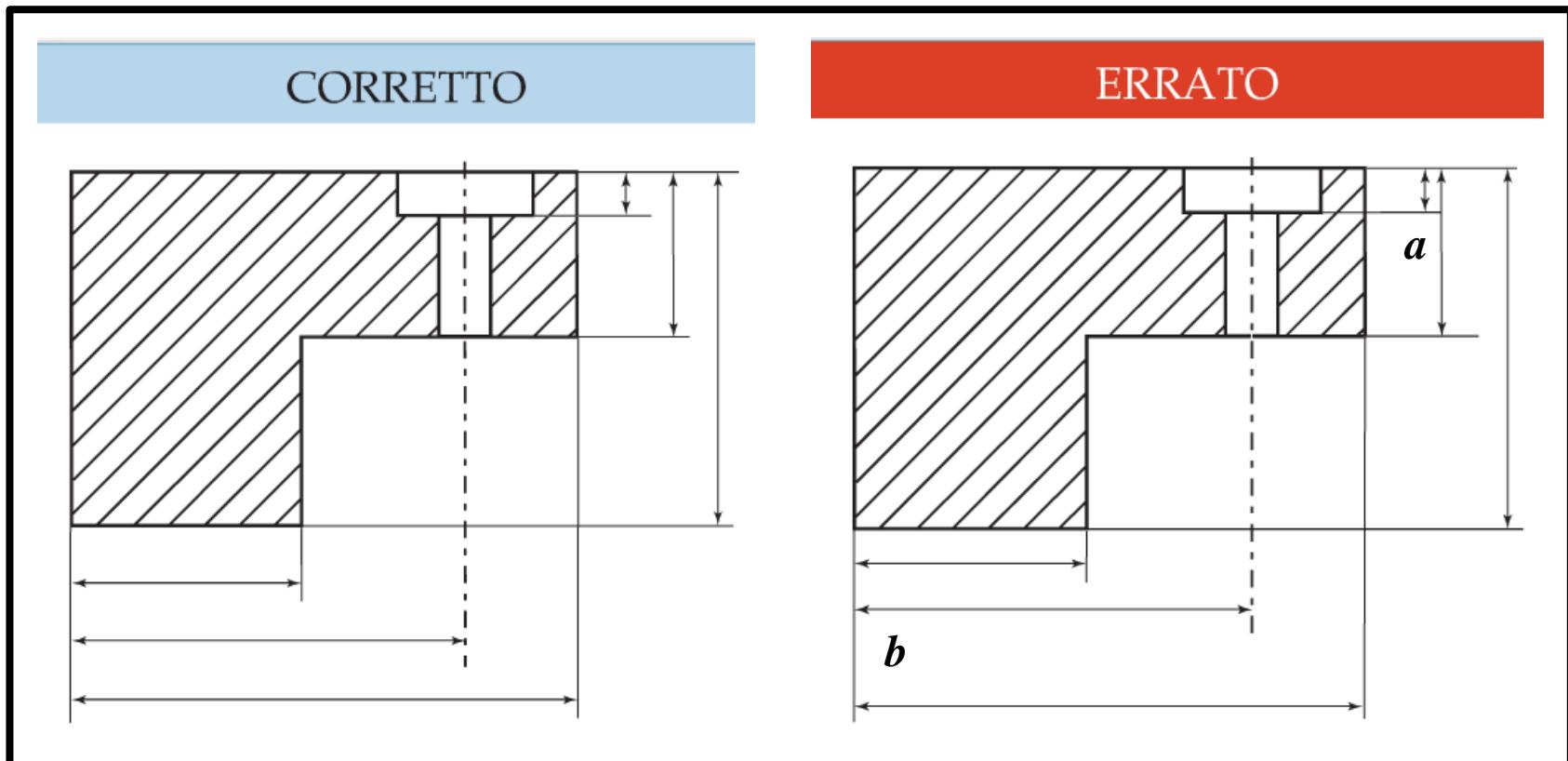


Fig. 10 – Distanziare in modo uniforme le linee di misura dai contorni; 10a) quote troppo ravvicinate; 10b) quote troppo distanti tra loro

2e) La disposizione ordinata delle linee di misura rende più chiara l'interpretazione: se, ad esempio, il pezzo è semisezionato, si cerca di mettere da una parte le linee che si riferiscono alle dimensioni interne, e dall'altra parte quelle relative alle dimensioni esterne (figura 11).

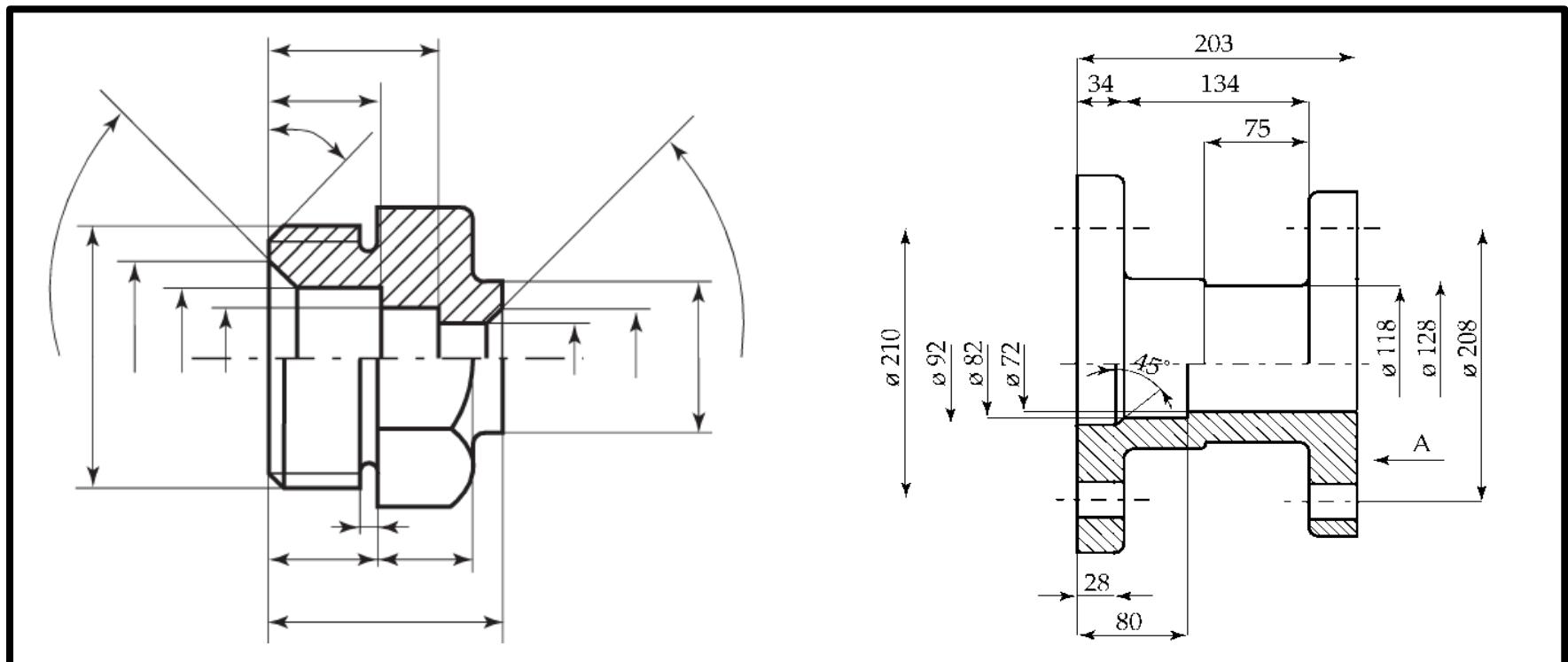


Fig. 11 – Disposizione ordinata delle quote relative al profilo esterno e all'interno in pezzi semisezionati.

2f) Le linee di misura devono essere **parallele alla dimensione a cui si riferiscono**, in modo da risultare della stessa lunghezza.

Non si tracciano quindi linee di misura relative a parti del pezzo viste di scorcio, cioè non parallele al piano del disegno: queste parti verranno quotate in un'altra vista o sezione, nella quale non risultino più poste di scorcio (figura 12).

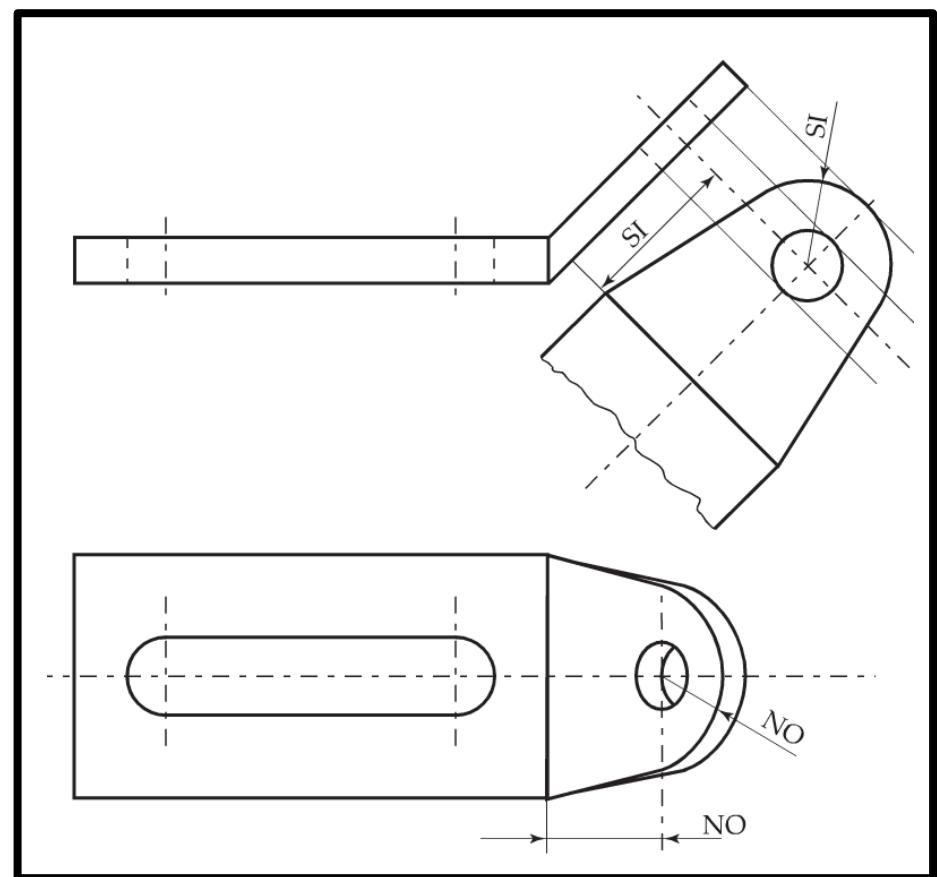


Fig. 12 – Nei pezzi con superfici inclinate non bisogna mai quotare le viste in cui il pezzo appare di scorcio: ricorrere alla quotatura nelle viste ausiliarie

2g) Quando si quota un **pezzo simmetrico** che è rappresentato solo fino all'asse di simmetria, è ammesso tracciare parzialmente anche le linee di misura interrompendole poco oltre l'asse stesso (figura 13).

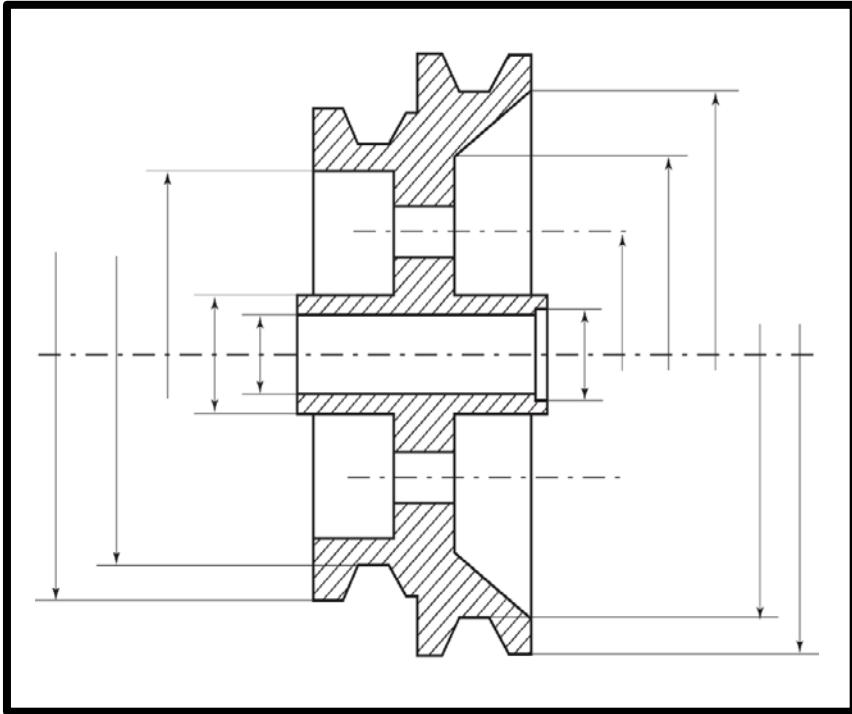


Fig. 14

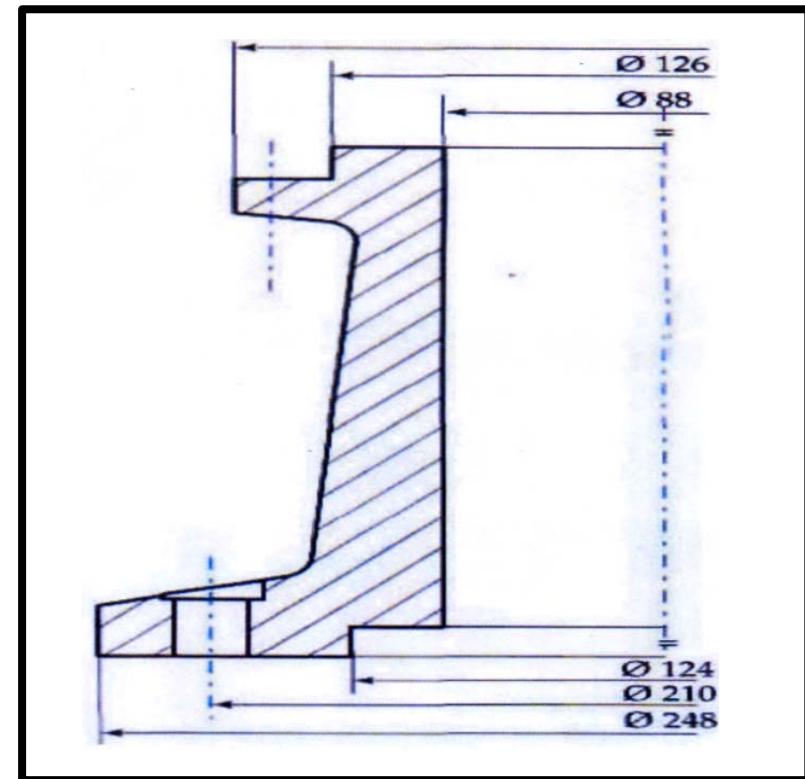


Fig. 13

2h) Nel caso di **numerose linee di misura sullo stesso pezzo**, possono essere interrotte alternativamente da una parte o dall'altra, poco oltre l'asse di simmetria (figura 14).

2i) Per quanto possibile, **non si devono disporre linee di misura** con direzione obliqua compresa nel settore di 30° adiacente le rette verticali (figura 15a), perché ciò renderebbe scomoda la lettura delle quote.

Se inevitabile procedere come in figura 15b.

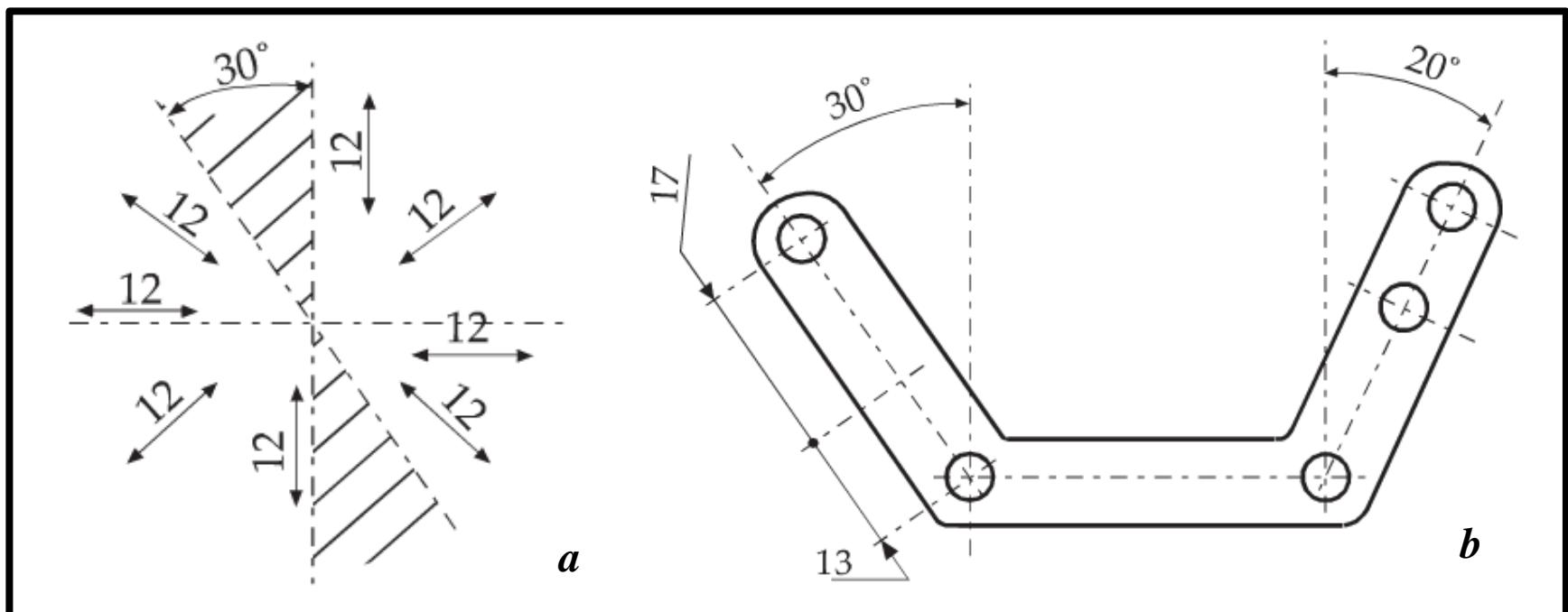


Fig. 15 – Evitare di quotare nel campo di 30° indicato nella figura a sinistra. Quando non se ne può fare a meno, si può usare il metodo indicato nella figura di destra

3. Frecce

Le linee di misura terminano con le **frecce**:

- 3a)** Le frecce devono avere la **forma** indicata in figura 16, costituite cioè da due tratti formanti tra di loro un angolo compreso tra 15° e 90° ;
- 3b)** Le frecce possono essere **aperta o chiusa**: in quest'ultimo caso può essere annerita o meno;
- 3c)** In uno stesso disegno devono comparire frecce **disegnate nello stesso modo**;
- 3d)** Le frecce devono avere **dimensione** proporzionale alla grandezza del disegno (figura 17)

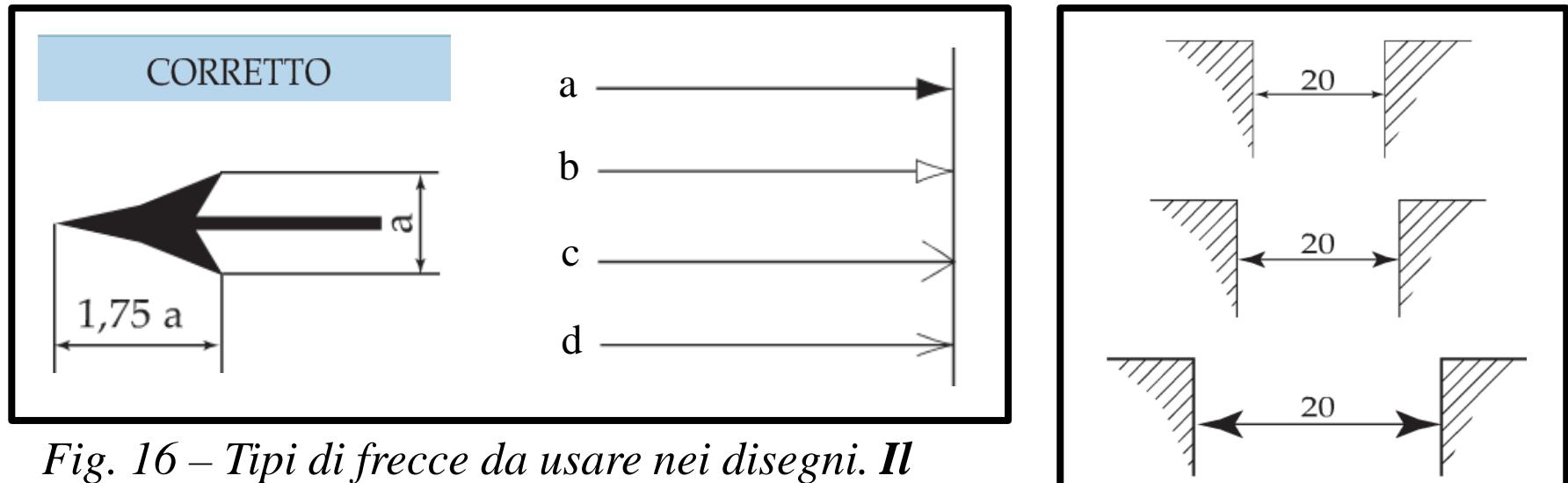


Fig. 16 – Tipi di frecce da usare nei disegni. Il tipo «a» è da preferire

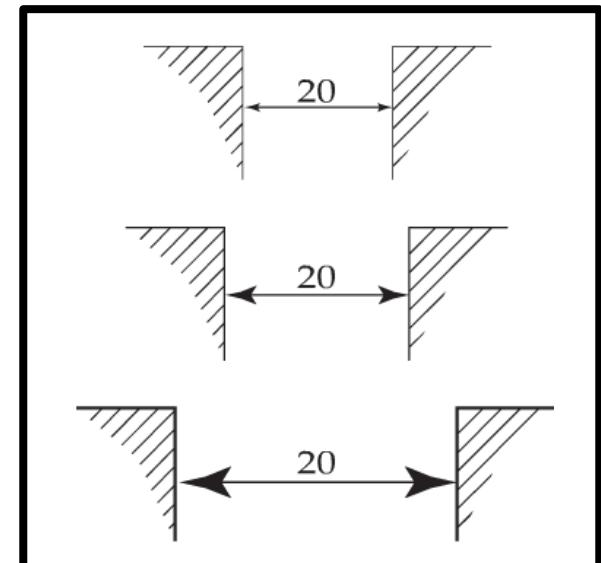


Fig. 17

3e) Le frecce devono essere **disposte internamente** alle linee di riferimento (figura 18a), a meno che manchi lo spazio sufficiente per disegnarle. In questo caso possono essere **messe all'esterno** della linea di misura (figura 18b), con la quota (cfr. paragrafo successivo) eventualmente anch'essa esterna (figura 18c).

3f) Le frecce possono essere sostituite con un **trattino** inclinato di 45° rispetto alla linea di misura (figura 18d) se usate per **quote adiacenti** e lo spazio è ristretto.

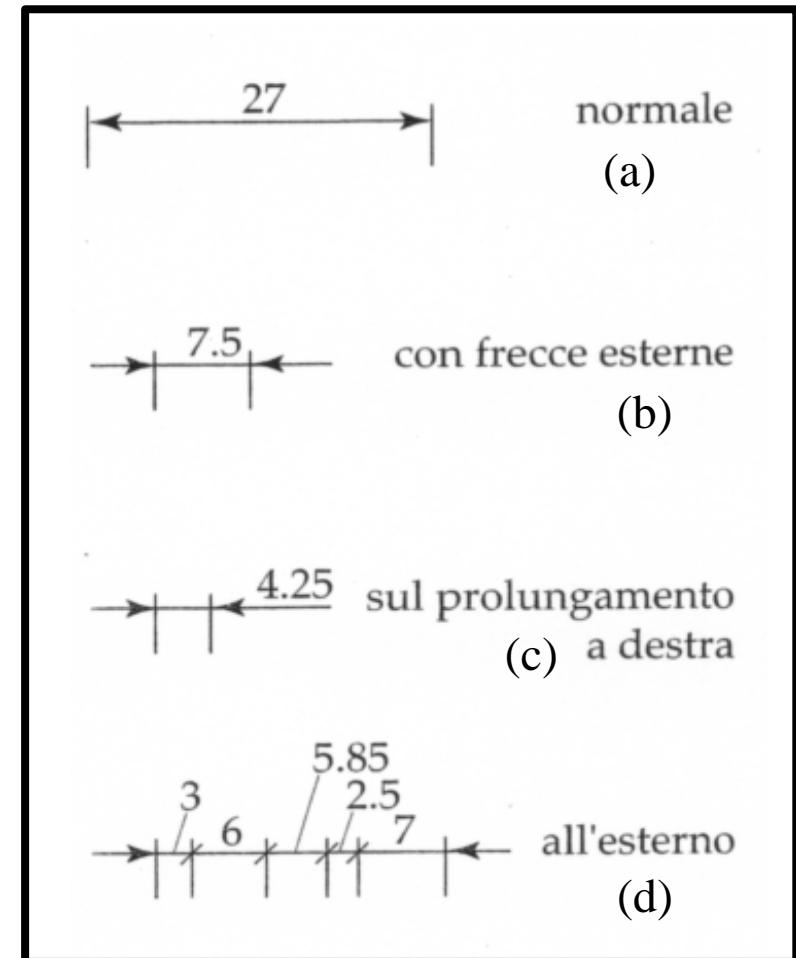


Fig. 18 – Diversi modi di posizionare le frecce: (a) modo normale, (b) frecce esterne e testo interno, (c) frecce e quota esterni, (d) frecce esterne e quote riportate al di sopra della linea di misura con un breve tratto di richiamo

4. Quote

Per **quota** si intende in pratica il **valore numerico di una dimensione** espresso in una unità di misura prestabilita.

Secondo le norme, invece, “quota” è l’insieme del valore numerico, della linea di misura (con frecce) e le relative linee di riferimento.

4a) Quando non diversamente specificato, le quote **lineari** devono essere espresse in **millimetri** e questa unità di misura, essendo sottintesa, non viene mai indicata. Eventuali unità di misura diverse devono essere indicate dopo il valore numerico.

4b) Le quote **angolari** vanno espresse in **gradi sessagesimali** (sono ammessi i gradi centesimali).

4c) Sul disegno si indicano le **misure reali**, indipendentemente dalla scala di rappresentazione.

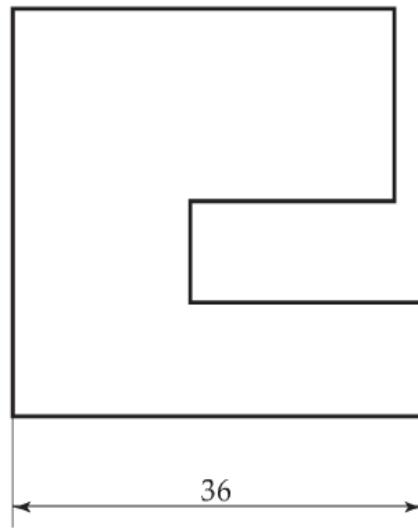
4d) Le quote devono essere scritte molto chiaramente, con grandezza del carattere sufficiente ad assicurare una buona leggibilità. Inoltre, in funzione dei formati di disegno utilizzati, devono essere rispettate le **altezze minime** dei caratteri riportate in tabella 1.

Scrittura ISO 3098/1	FORMATO				
	A0	A1	A2	A3	A4
	ALTEZZA MINIMA DEI CARATTERI				
A ($h = 14$ d)*	5	5	3,5	3,5	3,5
B ($h = 10$ d)*	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5

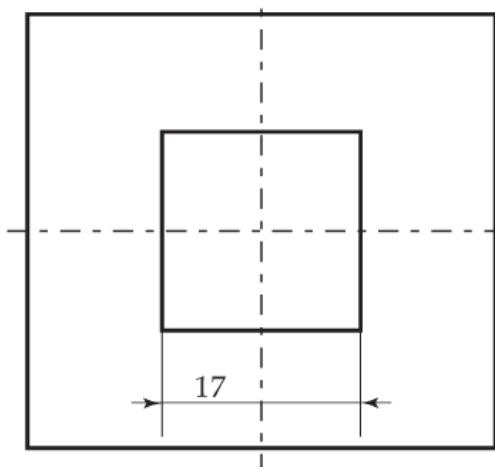
* h è l’altezza delle lettere maiuscole e delle cifre; d è la grossezza delle linee.

Tab. 1

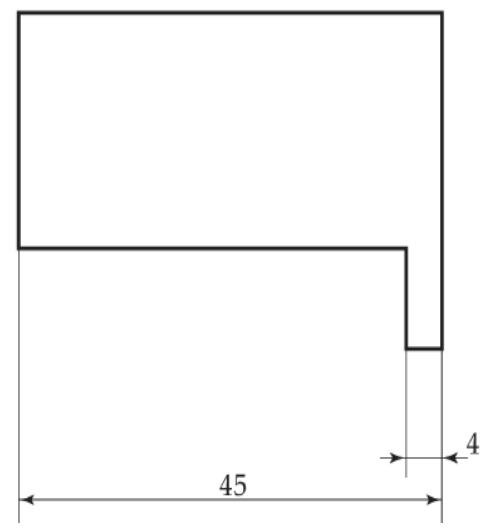
4e) Nessuna linea deve coprire o attraversare il gruppo di cifre e/o lettere che costituiscono la quota (figura 19a). Se la linea di misura è attraversata da un asse, questo deve essere interrotto, e se ciò non è possibile conviene scrivere la quota tutta a destra o a sinistra dell'asse stesso (figura 19b). In mancanza di spazio, la quota può essere posta esternamente alla linea di riferimento, possibilmente a destra (figura 19c).



a) Quota sopra e leggermente staccata dalla linea di misura. La cifra è scritta in mezzeria.



b) Quota a sinistra (o a destra) della mezzeria per evitare che le cifre siano separate dall'asse.



c) Quota esterna alle linee di riferimento per carenza di spazio. Il carattere delle due quote deve essere il medesimo.

Fig.19 – Disposizione del testo della quota

4f) Se la **quota** si riferisce ad una **dimensione non in scala** (ad esempio nella rappresentazione *accorciata* di un albero), essa va **sottolineata** (figura 20).

Fig. 21 – Con linee di misura numerose e sfalsate, si sfalsa anche il testo

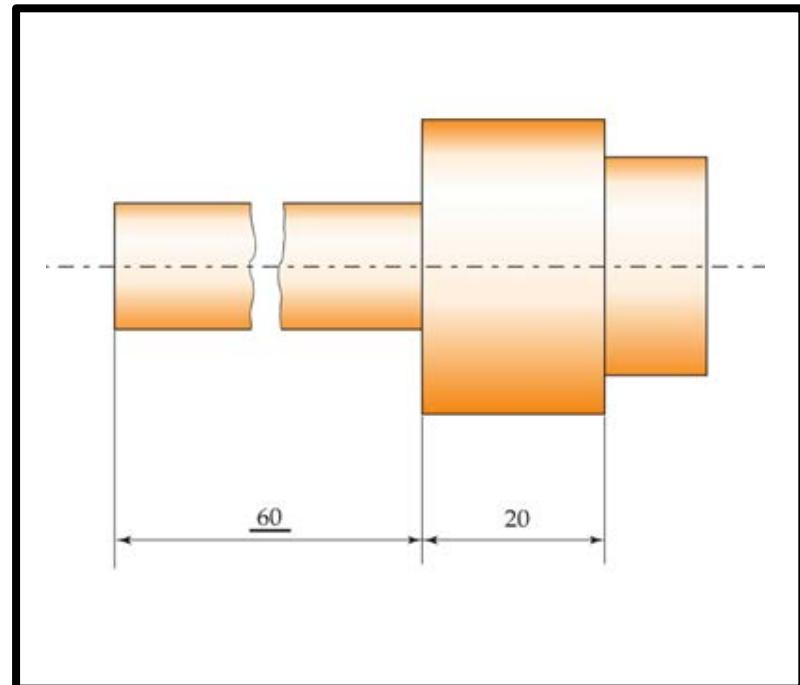
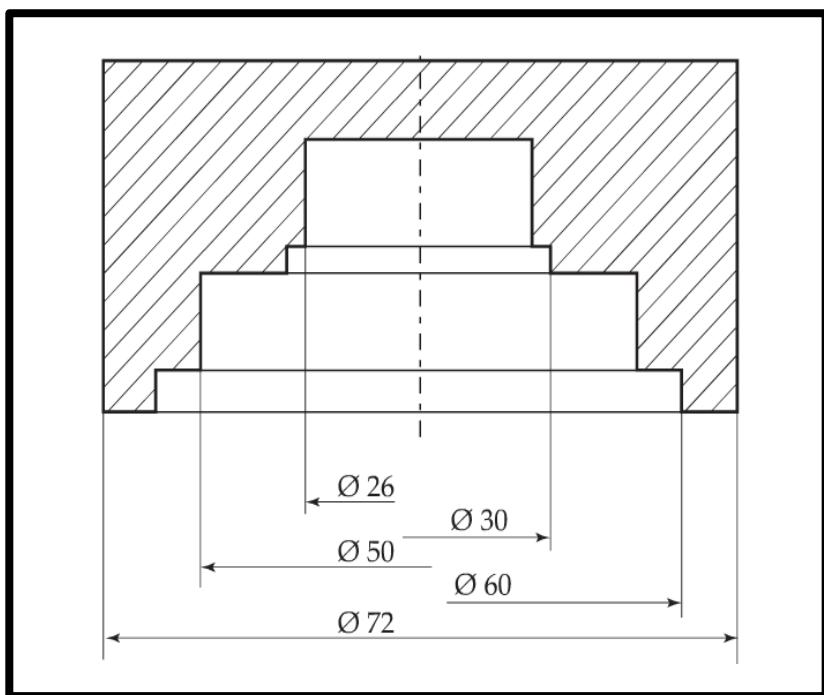


Fig. 20 – Quota fuori scala

4g) Quando le **linee di misura** sono **incomplete e sfalsate**, oppure quando ci sono molte linee di misura parallele, le quote vanno scritte non al centro, ma sfalsate (figura 21).

4h) Oltre al numero che esprime la dimensione, fanno parte della quota anche **eventuali simboli**, che, ad esempio, precisano trattarsi di un diametro o di un raggio, ed altre lettere e cifre che forniscono altre indicazioni, come ad esempio il tipo di filettatura o la tolleranza ammessa (cioè l'errore ritenuto accettabile) per quella dimensione.

4i) **Non ci devono essere quote ripetute** e cioè che **una data dimensione del pezzo deve essere quotata una sola volta nel disegno**.

Se infatti si avessero quote duplicate, ad esempio in viste diverse, nel caso di una variazione delle dimensioni del pezzo sarebbe dispendiosa la ricerca e la correzione di tutte le quote indicate.

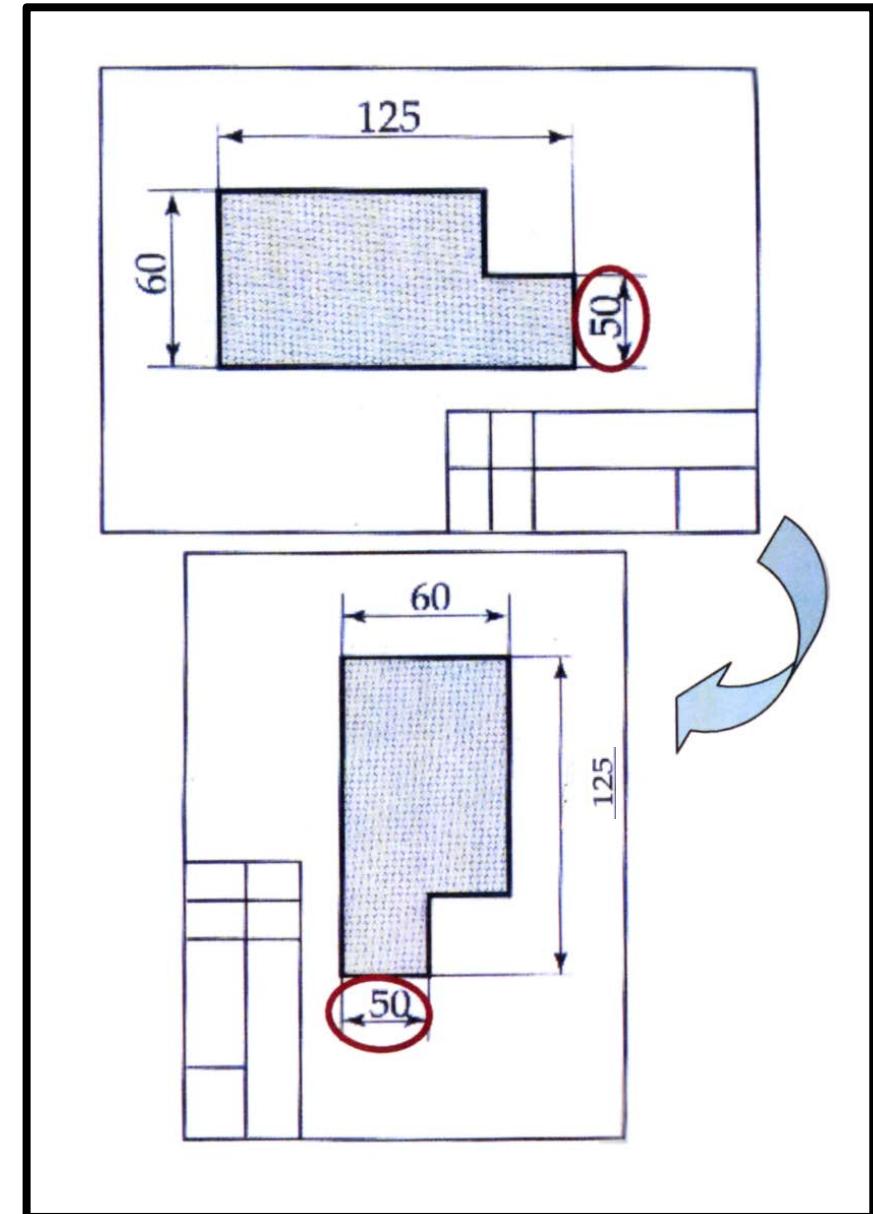
Criteri di indicazione delle quote

Disposizione delle quote

Disposizione delle quote

1) Le quote devono essere disposte in modo da risultare leggibili orientando il foglio da disegno, sia in orizzontale, sia in verticale: secondo questo criterio, per facilitare la lettura, le quote devono essere scritte in modo che si leggano nel senso normale di lettura guardando il disegno dalla base o facendolo ruotare di 90° in senso orario (figura 22).

Fig. 22 – Ruotando il foglio di 90° in senso orario si devono poter leggere le quote sempre in orizzontale



2) I valori indicanti misure oblique o angolari devono essere orientati come nelle figure 23 e 24.

3) Le quote devono essere poste parallelamente alla linea di misura, al di sopra, e leggermente staccate da questa (figura 24).

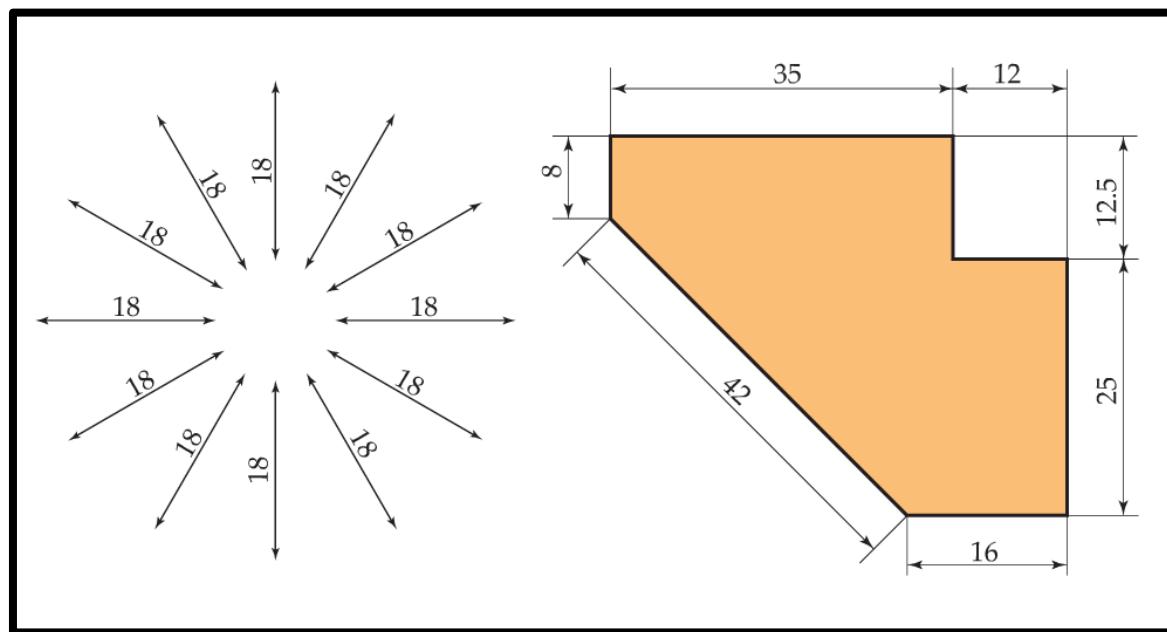


Fig. 24 – Altri esempi di quote

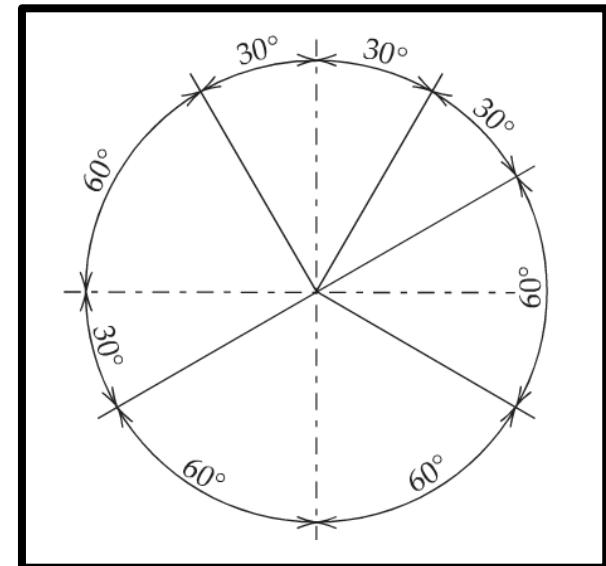


Fig. 23 – Quote su misure angolari e oblique

Convenzioni valide per quotature particolari

Quotatura di cerchi e cilindri

Di un cerchio si quota **sempre il diametro e mai il raggio**. La quota del diametro deve essere preceduta dall'apposito simbolo \varnothing ogni volta che dal disegno non risulti evidente che si tratta di un diametro.

Il simbolo \varnothing quindi **dovrà essere messo** ogni volta che si quota una superficie cilindrica rappresentata parallelamente all'asse (figura 25), mentre **non dovrà essere messo** quando la rappresentazione è fatta perpendicolarmente all'asse, cioè quando si quota un cerchio.

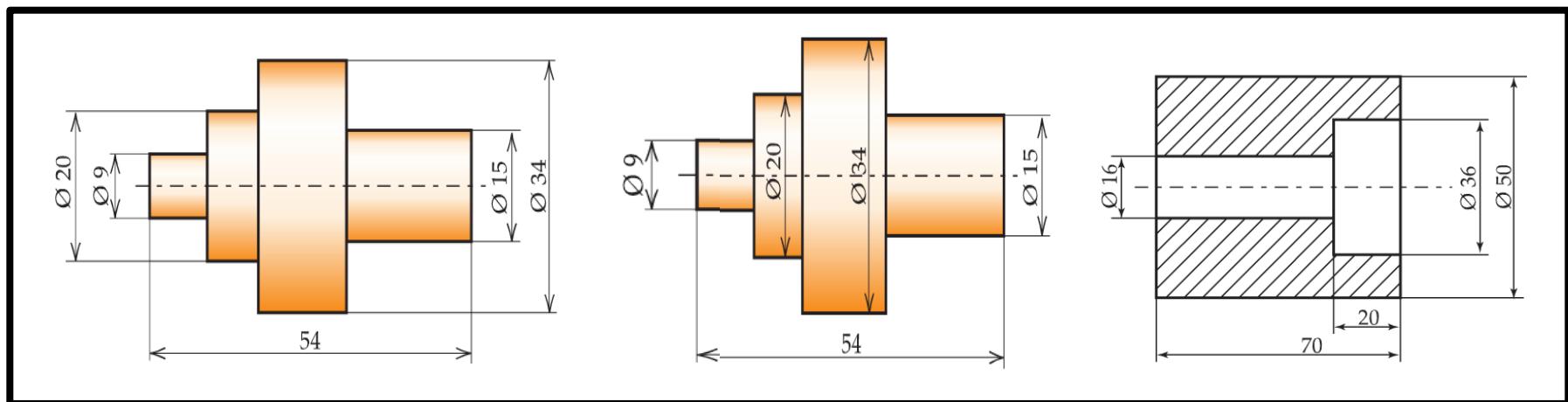


Fig. 25 – Quotature di diametri su superfici cilindriche in rappresentazioni parallele all'asse. La quotatura, per ragioni di spazio o di chiarezza, può anche essere eseguita internamente alla figura

Nella quotatura di superfici cilindriche, rappresentate da cerchi, le **linee di misura devono essere portate fuori del contorno del pezzo**, parallelamente ad uno degli assi principali.

In alternativa esse possono **passare per il centro**, formando con gli assi di simmetria angoli preferibilmente di 30° e 45° : **in questo caso**, però, le linee di misura **devono essere due al massimo** e naturalmente passare per lo stesso centro (figura 26).

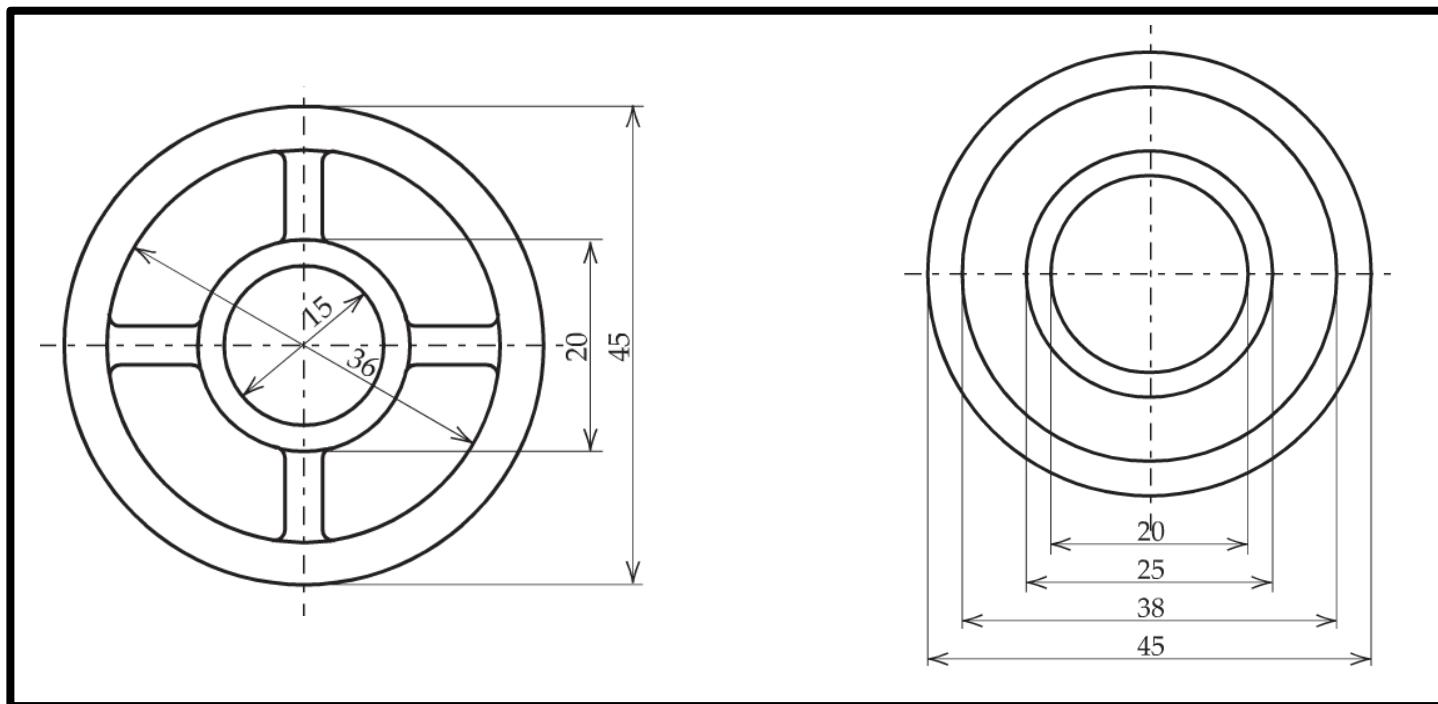


Fig. 26 – Quotatura di parti circolari quando non è possibile quotare il diametro.

Quotatura di raggi

Si dà la **quota del raggio preceduta dalla lettera maiuscola R** (figura 27).

Se l'arco da quotare è maggiore di una semicirconferenza si indica il valore del diametro; tuttavia i raccordi si quotano come raggi e mai come diametri.

La linea di quota deve avere sempre **direzione radiale**, con freccia posta **all'interno**, cioè dalla parte del centro di curvatura. In mancanza di spazio, è possibile disporre la freccia all'esterno, ma è obbligo prolungare la linea di misura oltre la freccia (quota "a" in figura 27). Nella Figura 28 sono evidenziati tre modi errati di quotatura di raccordi.

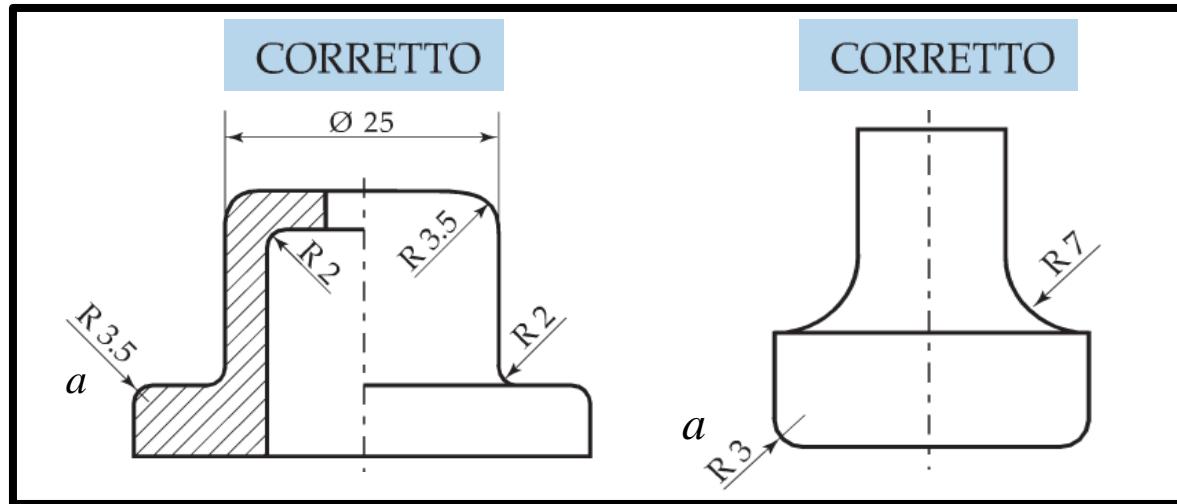


Fig. 27 – Quotatura di raggi; a) linea di misura prolungata oltre la freccia

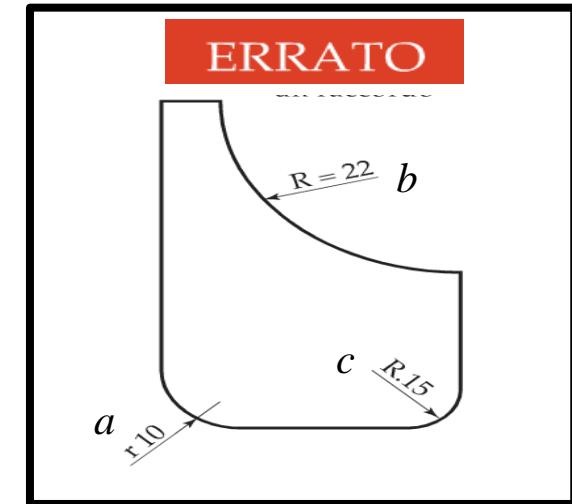


Fig. 28 – a), b), c)
indicazioni sbagliate

Si deve quotare il centro di curvatura nel caso in cui non sia evidente la sua posizione (quote “a” in figura 29).

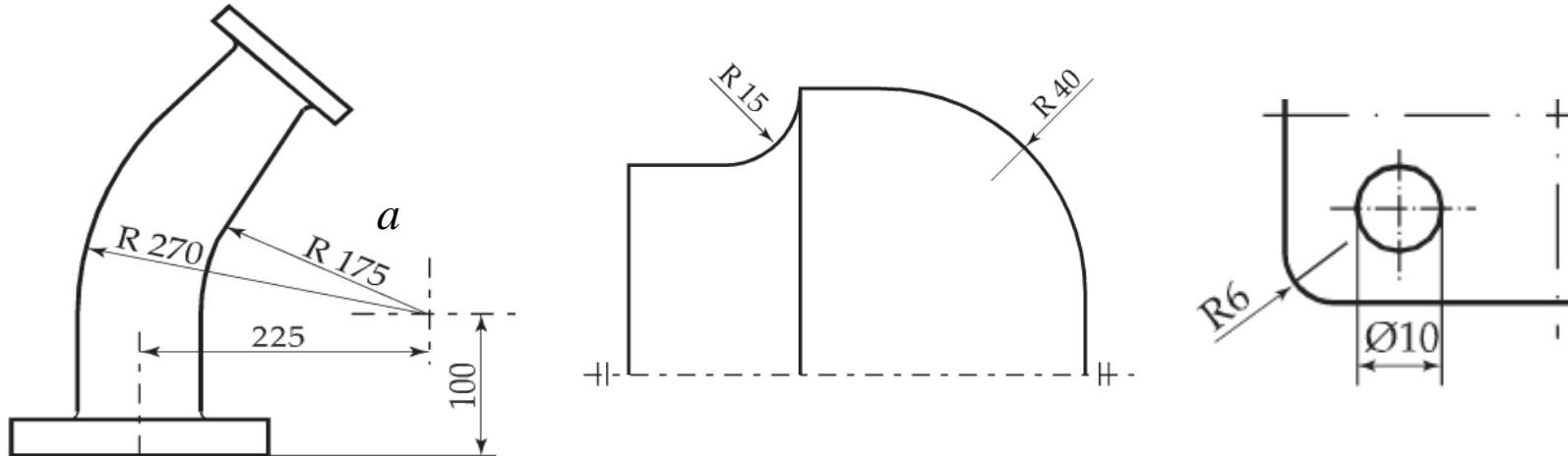
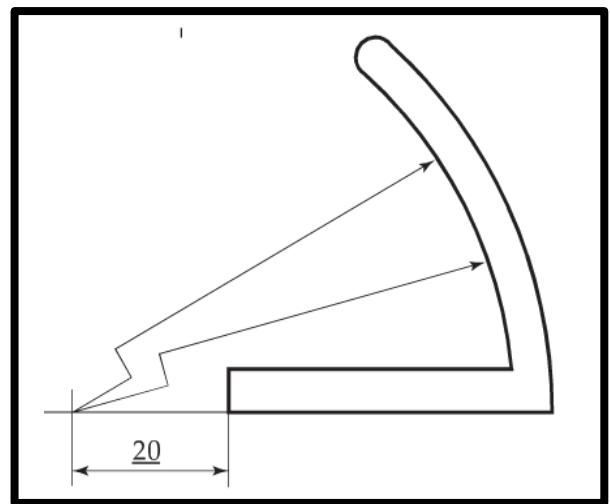


Fig. 29 – Altri esempi di quotatura raccordi con la linea di misura prolungata oltre la freccia.

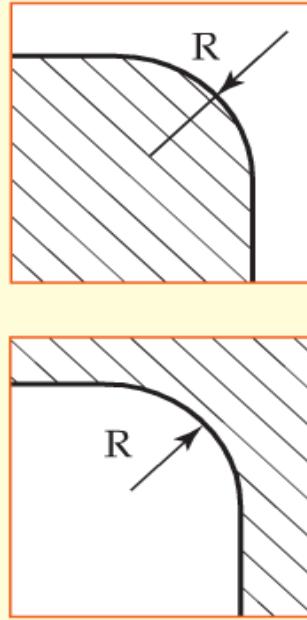
Se il centro di curvatura è **lontano**, si può spezzare la linea di misura, che però deve essere sempre diretta verso il centro effettivo del quale è esatta una delle coordinate, mentre l'altra è fuori scala (figura 30).

Fig. 30 – Quotatura di raggi con quotatura del centro di curvatura



La tabella 2 indica i **valori dei raggi di raccordo da preferire** nelle applicazioni meccaniche, secondo la norma UNI 4429 (che li definisce “*arrotondamenti*”, con qualche ambiguità: infatti il termine si ritrova nella norma UNI CEI ISO 31 proprio con il significato di *arrotondamento dei numeri*).

Quando ci sono **molti raccordi uguali**, può risultare conveniente scrivere alla base del disegno o in un apposito spazio del riquadro delle iscrizioni l'indicazione: “**Raccordi non quotati R...**”, con l'indicazione della quota dopo R.



R		
0,2	20	
0,3	22	
0,4	25	
0,5	28	
0,6	32	
0,8	36	
1	40	
1,2	45	
1,6	50	
2	56	
2,5	63	
3	70	
4	80	
5	90	
6	100	
8	110	
10	125	
12	140	
16	160	
18	180	
		200

Tab. 2 – Raccordi tipici nelle applicazioni meccaniche. Sono da preferire i valori indicati in neretto

Quotatura di sfere

Se la superficie non è cilindrica ma sferica, la quota del raggio o del diametro deve essere **preceduta dalla lettera S e dalle indicazioni R o Ø** (figura 31).

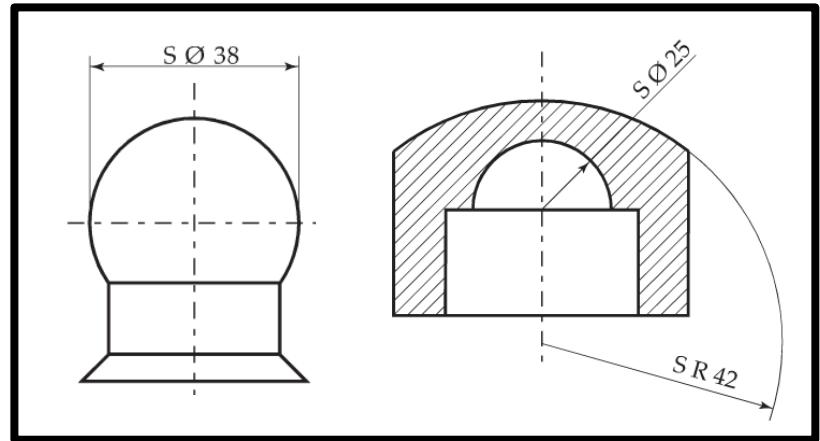


Fig. 31 – Esempi di quotatura di elementi sferici

Quotatura di angoli, archi, corde

Le **corde** sono quotate usando **linee di misura parallele alle corde stesse** (figura 32).

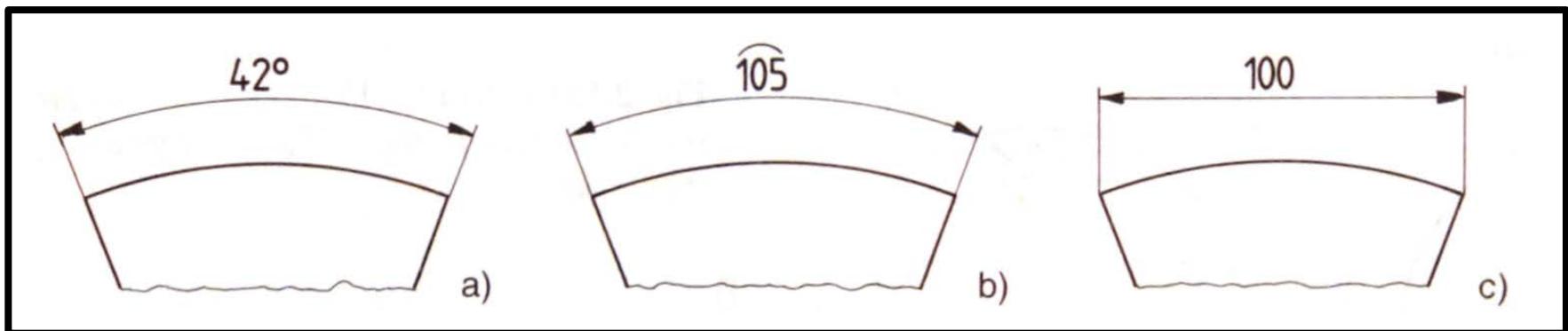


Fig. 32 – Esempi di quotatura; a) di un angolo; b) di un arco; c) di una corda

Quotatura di smussi

Se si prevede che in fase di montaggio la superficie esterna cilindrica di un pezzo debba accoppiarsi con un foro di “egual” diametro, sul lato di imbocco viene realizzato un tratto conico di lunghezza limitata, detto **smusso**, avente anche lo scopo di eliminare lo spigolo vivo d'estremità, che si quota come indicato in figura 33.

Se l'angolo è di 45° la quotatura può essere eseguita scrivendo l'indicazione della quota, il segno x ed il valore dell'angolo, come mostrato in Figura 35.

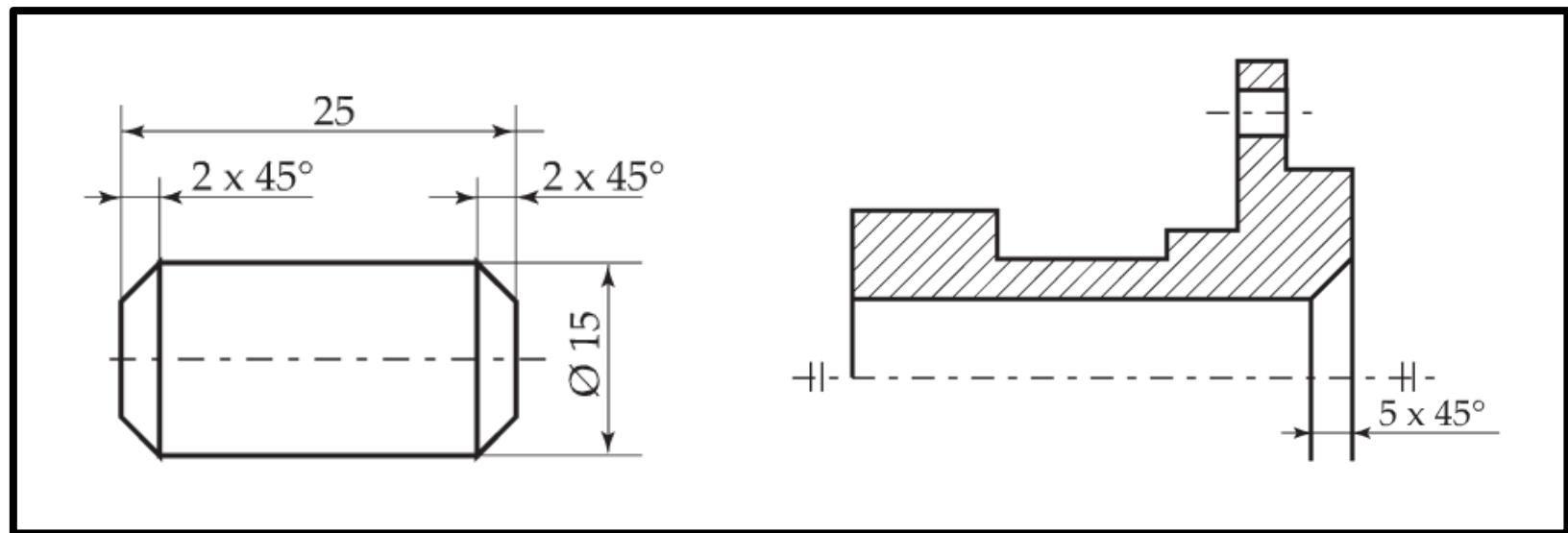


Fig. 33 – Quotatura di smussi a 45°

Se l'angolo è diverso da 45° la quotatura può essere eseguita scrivendo l'indicazione della quota ed il valore dell'angolo, come mostrato in figura 34.

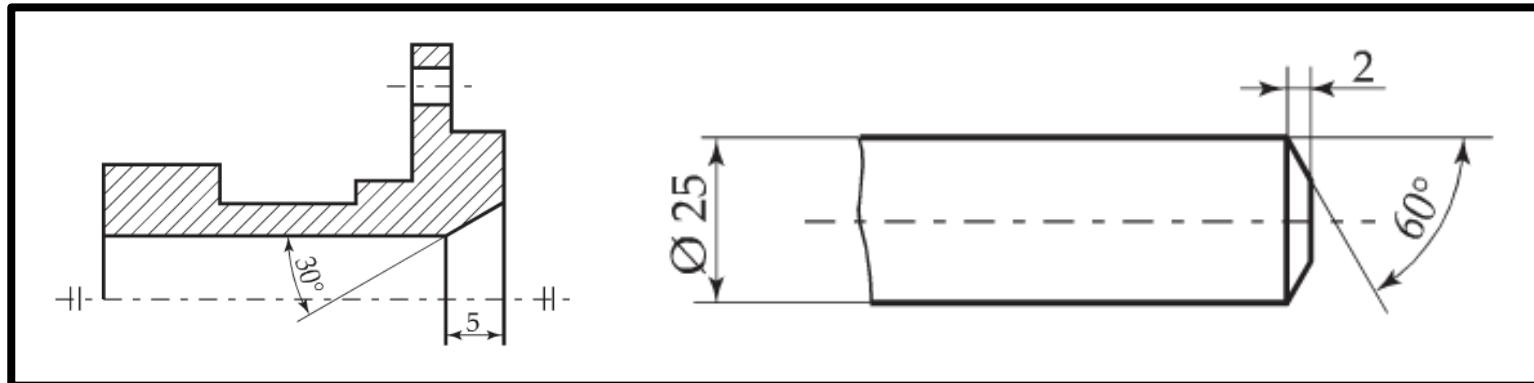


Fig. 34 – Quotatura di smussi con angolo diverso da 45°

Errori nella quotatura di smussi

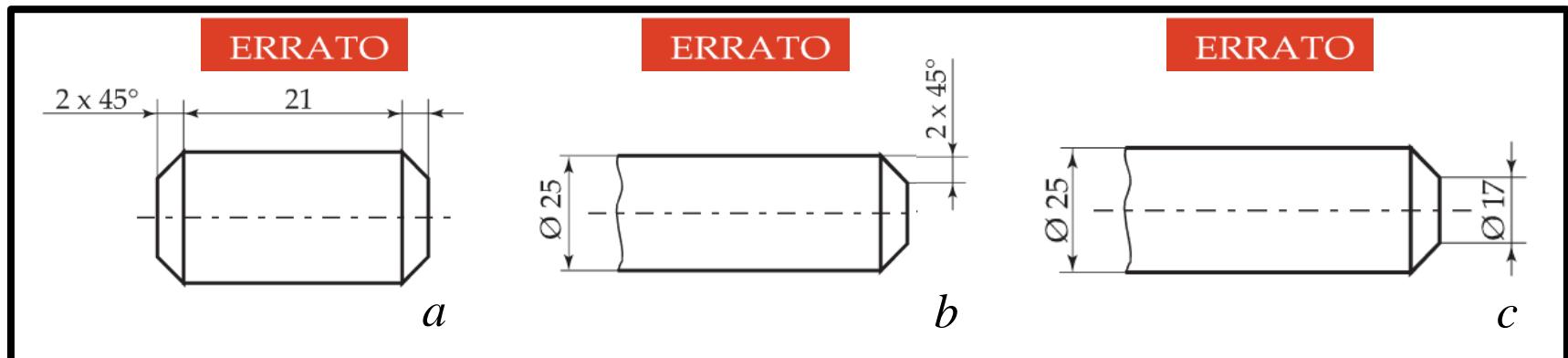


Fig. 35 – Tipici errori di quotatura di smussi

In analogia alla quotatura dei raccordi, nel caso sullo stesso disegno vi siano **numerosi** smussi uguali, è possibile riportare la scritta: “**smussi non quotati...**”, con l’indicazione della quotatura (figura 36).

Gli smussi, come i raccordi, **non si quotano mai in serie con altre quote** poiché essi vengono ottenuti indipendentemente, alla fine della lavorazione (*vedi “Tipi di quotatura”*).

Smussi e raccordi, sono realizzati per eliminare spigoli vivi di elementi prismatici. Ciò sia per motivi di sicurezza (eliminazione di parti taglienti), sia per esigenze di montaggio (maggiore facilità d’imbocco) e funzionali (evitare rischi di interferenza e sforzi in parti che devono portarsi a contatto).

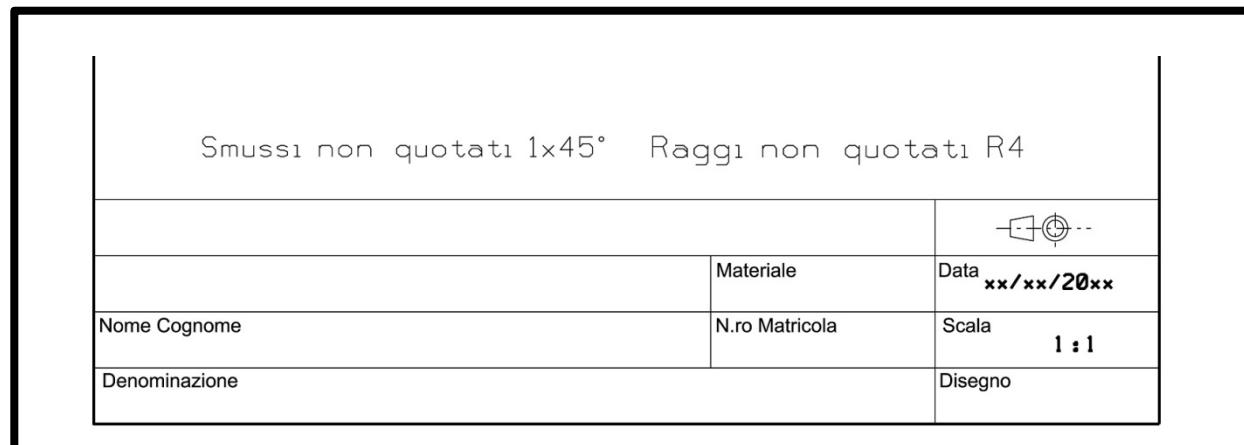


Fig. 36 - Indicazione smussi e raggi nel cartiglio

Tipi di quotatura

Le quote possono essere classificate **dal punto di vista geometrico** (**quotatura geometrica**) in:

- a) quote di grandezza,**
- b) quote di posizione,**
- c) quote di accoppiamento.**

Si può avere una classificazione **secondo la disposizione**, e si hanno i seguenti **sistemi di quotatura**:

- a) quotatura in serie,**
- b) quotatura in parallelo,**
- c) quotatura combinata,**
- d) quotatura con quote sovrapposte,**
- e) quotatura in coordinate.**

Tenendo infine presente lo **scopo del disegno** (ad esempio mettere in evidenza la funzione del pezzo o le modalità di fabbricazione), si hanno:

- i) Quotatura di montaggio o funzionale;**
- l) quotatura di fabbricazione o tecnologica;**
- m) quotatura di verifica o di collaudo.**

Quotatura geometrica

a) Quote di grandezza

Le **quote di grandezza** sono quelle che si riferiscono alle dimensioni di ogni elemento dell'oggetto rappresentato, indicate con G nella figura 37.

b) Quote di posizione

Le **quote di posizione o di localizzazione** individuano la posizione di ogni elemento in riferimento agli altri, indicate con P nella figura 55. I **riferimenti** usati per le quote di posizione P possono essere gli **assi**, i **punti di intersezione di assi** e le **superficie di estremità**.

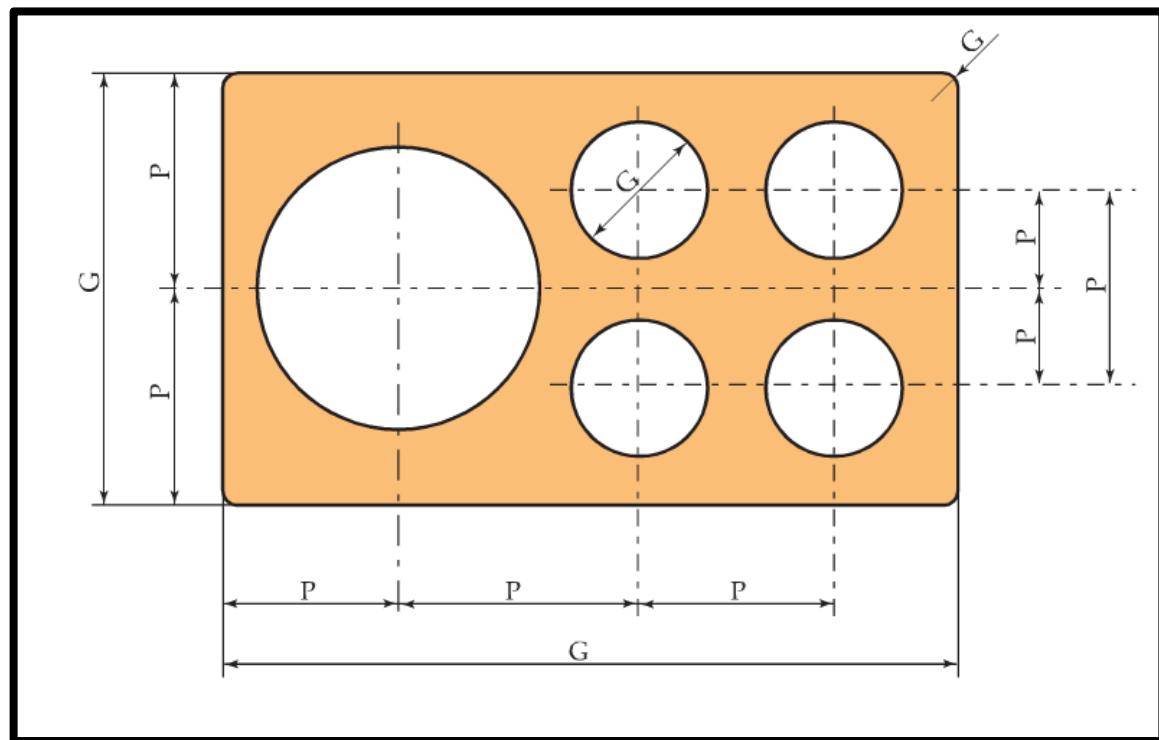


Fig. 37 – Quote di grandezza «G» e di posizione «P»

I fori, gli **elementi cilindrici** o a simmetria circolare sono **individuati dai loro assi** (figura 38a), mentre i solidi prismatici sono posizionati in riferimento alle loro facce (figura 38b).

La localizzazione di fori simmetrici avviene mediante l'indicazione della distanza fra i centri dei fori stessi e fra il centro di uno dei due fori e l'asse di simmetria (figura 39).

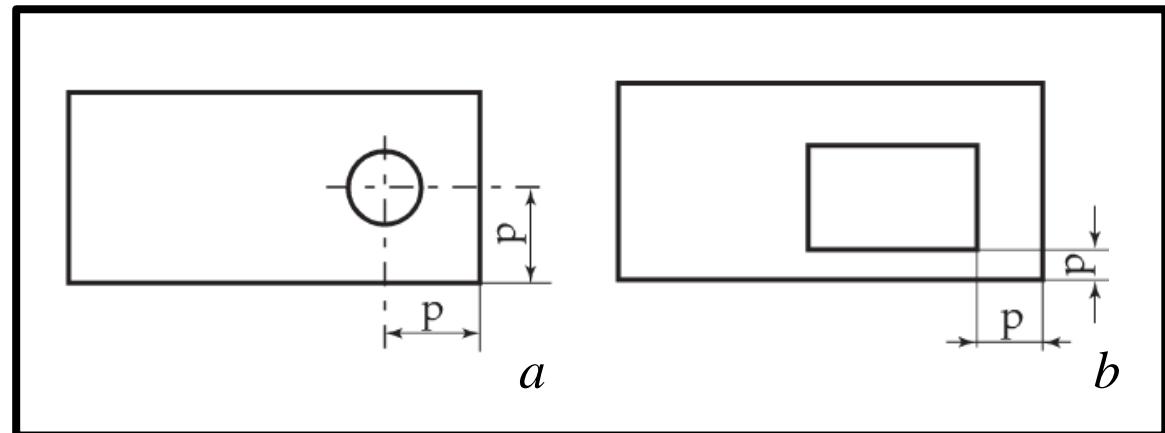


Fig. 38 – a) posizionamento del foro mediante distanza da due superfici di riferimento degli assi individuanti il suo centro; b) posizionamento di uno spigolo di una apertura rettangolare rispetto a due superfici di riferimento.

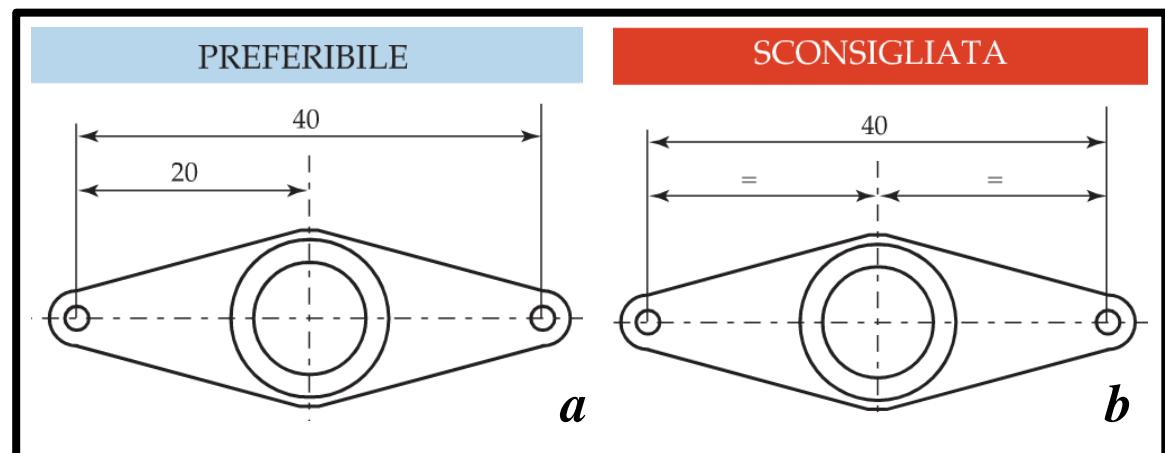


Fig.39 – b) Indicazione obsoleta che il centro dei due fori è simmetrico rispetto all'asse di simmetria

Si ricordano due tipici esempi relativi al posizionamento di più fori:

1) Localizzazione di fori disposti lungo una circonferenza

In questo caso, se i fori sono della **stessa dimensione** ed **egualmente spaziati**, basta indicare, come si è già visto, il numero e il diametro dei fori e il diametro della circonferenza dei centri (figura 40a). Se i fori sono posti ad angoli diversi, bisogna dare di ognuno la posizione angolare con riferimento **a uno solo** dei due assi perpendicolari (figura 40b). Nel caso di fori su archi di circonferenza, il raggio e la dimensione angolare sono dati rispetto ad una linea di riferimento (figura 41).

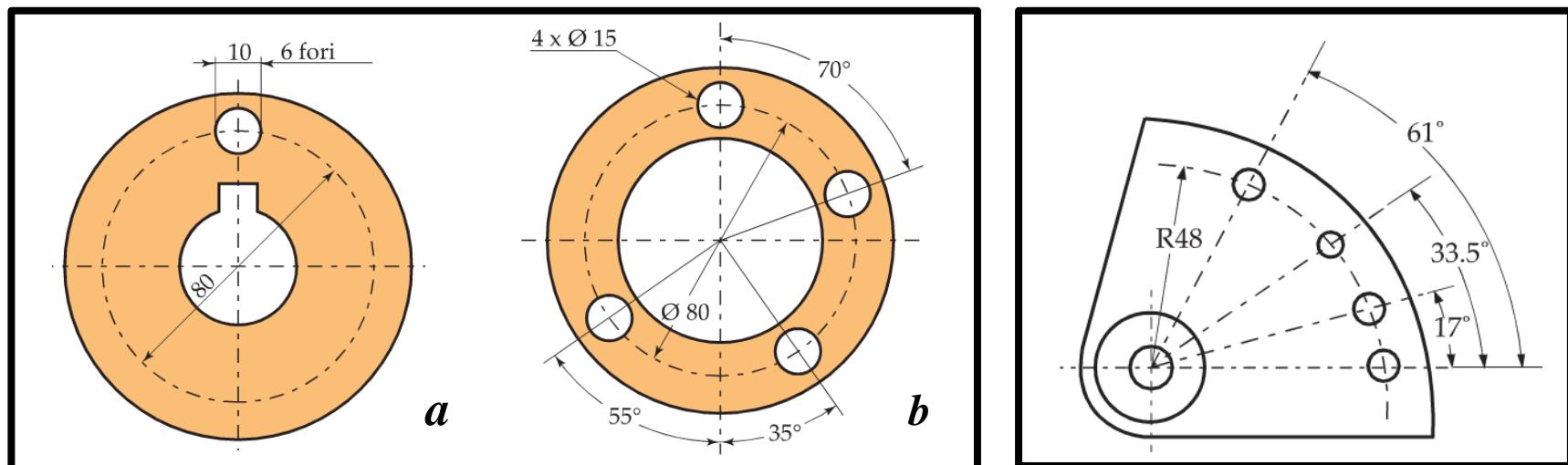


Fig. 40 – Fori: a) uguali ed egualmente spaziati; b) posti ad angoli diversi.

Fig. 41 – Fori lungo un arco.

2) Localizzazione di fori disposti linearmente

La localizzazione di fori disposti linearmente su di una superficie si esegue mediante l'indicazione della distanza dei due assi passanti per il centro del foro da due superfici di riferimento (figura 42a), accessibili durante la lavorazione e che facilitino l'uso semplice di strumenti di misura.

Se però la distanza tra i centri dei fori è importante, ci si regola come nel caso delle quote di accoppiamento (figura 42b).

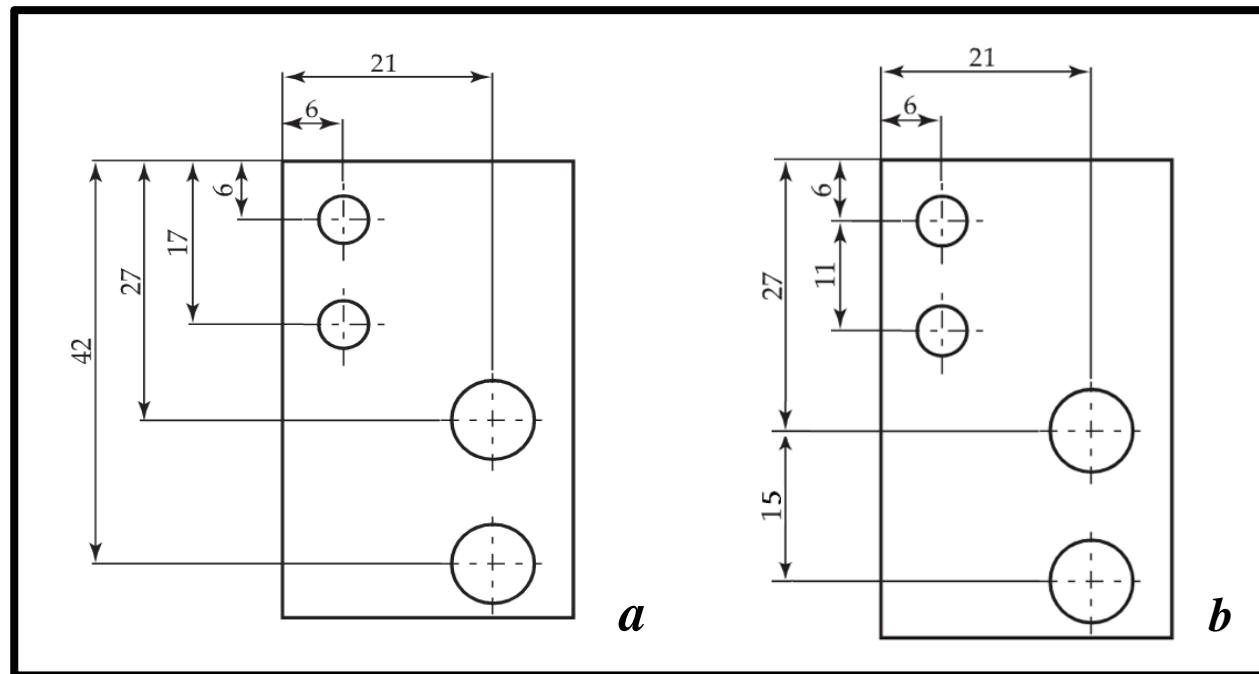


Fig. 42 – Localizzazione di fori rispetto a una superficie

c) Quote di accoppiamento

Specificata attenzione va riservata alla quotatura che esprime la posizione o le dimensioni di particolari dettagli costruttivi che dovranno essere accoppiati durante il montaggio (figura 43): tali quote possono essere definite **quote di accoppiamento**.

Queste dimensioni, come si vedrà, potranno essere anche diverse e andranno soggette a **tolleranza**, per ottenere la funzionalità voluta (ad esempio lo scorrimento di un albero entro un foro).

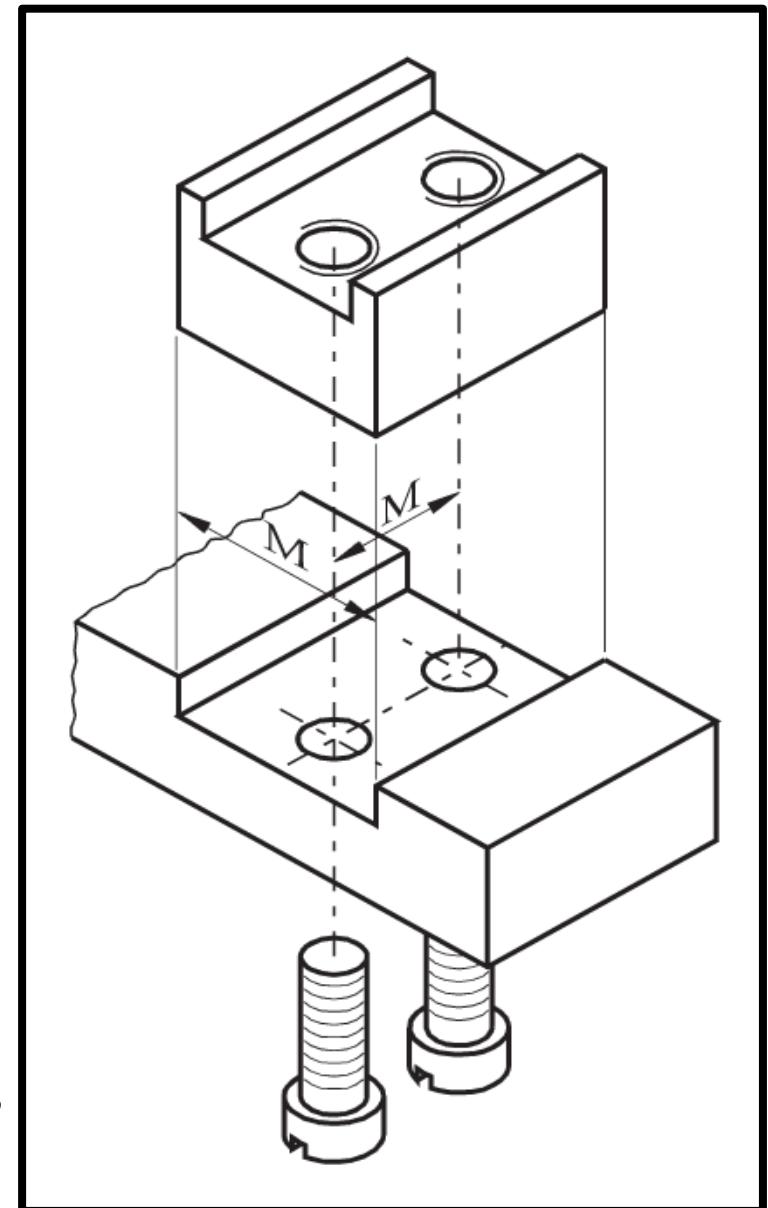


Fig. 43 – Le quote indicate con M sono quote di accoppiamento

La figura 44 mostra l'esempio di un dispositivo nel quale le posizioni dei fori filettati per le viti sono localizzate in due modi diversi, a seconda del fatto che il supporto sia costruito in un corpo unico o in due pezzi.

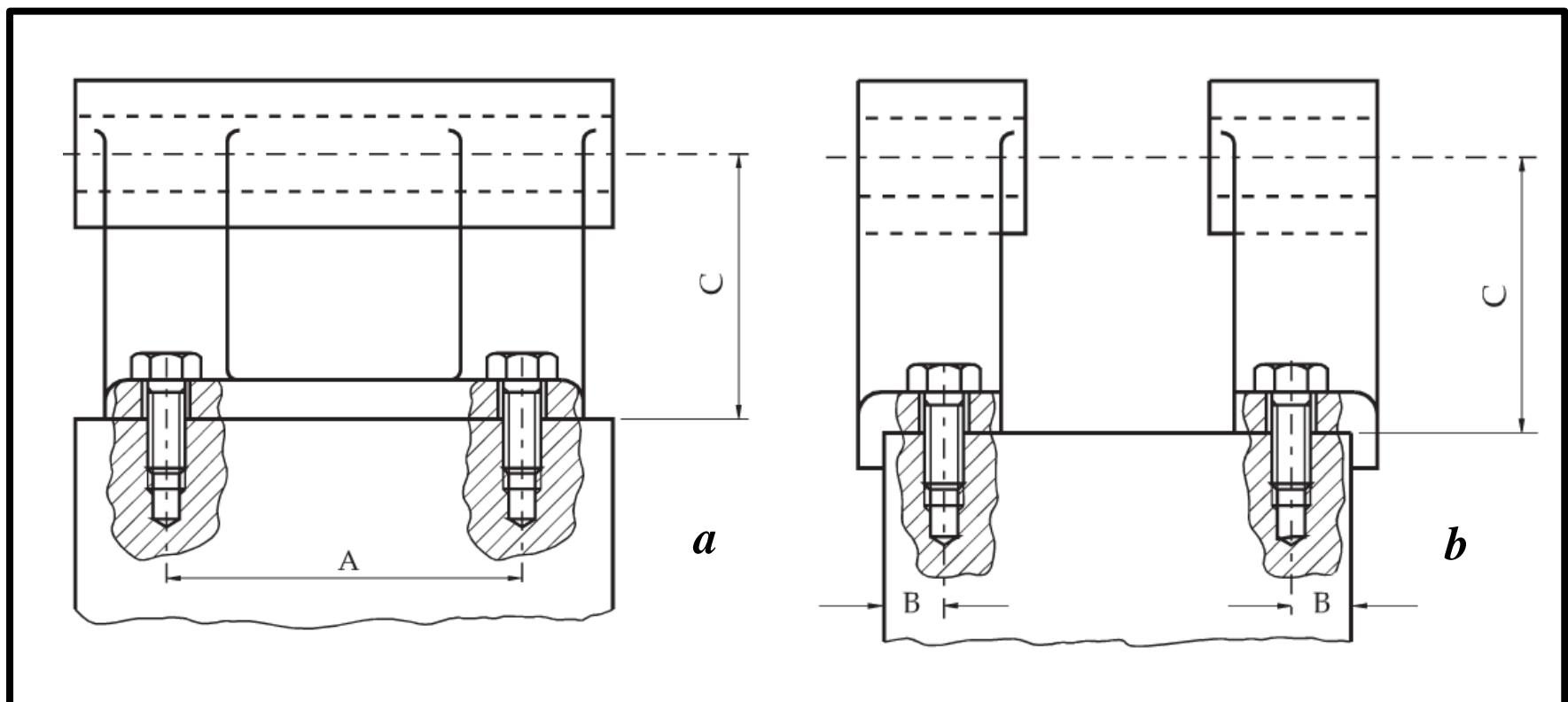


Fig. 44 – a) Supporto unico: sarà importante definire la quota A sia per la base, sia per il supporto. b) Supporto doppio: la quota di accoppiamento sarà la B.

Quotatura secondo la disposizione

a) Quotatura in serie (*poco usata*)

Ogni elemento del pezzo è quotato **rispetto all'elemento vicino**. Si forma così una serie, o catena, di quote parziali, messe in successione una dopo l'altra (figura 45a). Con questo metodo **non è stabilito nessun elemento di riferimento** o di partenza per la costruzione o il controllo del pezzo. In genere, perciò, **si applica quando è fondamentale la lunghezza di ogni singolo elemento e quando l'accumularsi degli errori, che si fanno nel produrre il pezzo, non mette in pericolo la sua utilizzazione.**

Ciò non è frequente, quindi **la quotatura in serie è poco usata da sola**. Una volta quotato il pezzo con tutte le quote di una catena, la quota complessiva è automaticamente determinata e quindi o va omessa o posta tra parentesi (figura 45b). E' opportuno indicare la quota totale sia pure in funzione ausiliaria, perché fornisce immediatamente l'ingombro del pezzo.

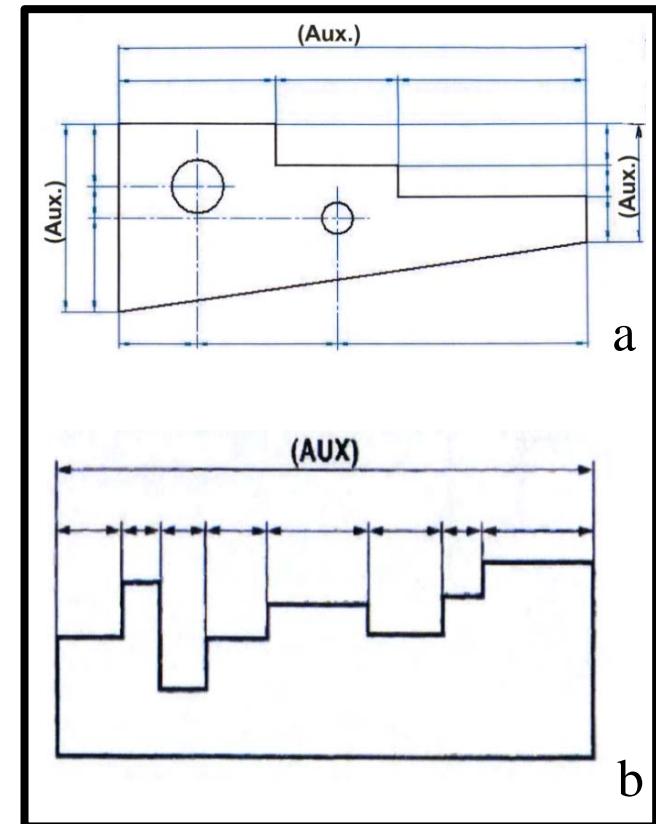


Fig. 45 – Quotatura in serie

b) Quotatura in parallelo

Quando più quote aventi uguale direzione hanno **un'unica origine** di riferimento, si ha la quotatura in parallelo (figura 46). L'origine può essere un punto, un asse, uno spigolo, un piano, ecc.

Questo sistema evita la possibilità di accumulo di errori costruttivi, permette di stabilire tolleranze indipendenti ed è particolarmente indicato nella quotatura tecnologica, in cui la tracciatura, l'esecuzione e il controllo dei pezzi vengono eseguiti con macchine o strumenti operanti per spostamenti progressivi.

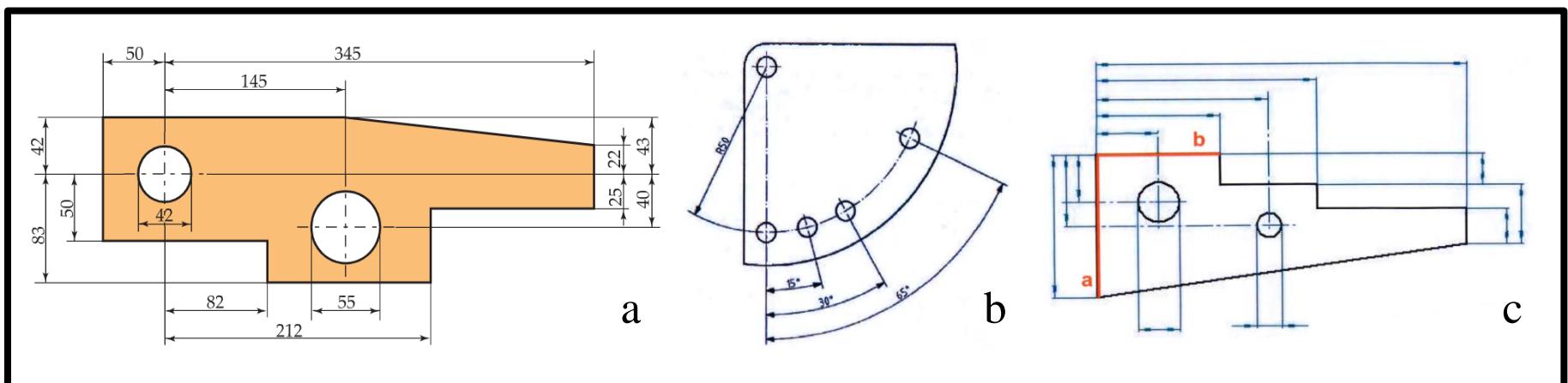


Fig. 46 – Quotatura in parallelo: a) con riferimento nei centri dei fori; b) con riferimento all'asse dei fori; c) in due direzioni.

c) Quotatura combinata (sistema più frequentemente usato)

Questo metodo risulta dalla applicazione simultanea della quotatura in serie e in parallelo: ad esso si ricorre quando è necessario impiegare più elementi di riferimento. Si possono soddisfare in questo modo tutte le esigenze, sia funzionali che costruttive. **E' il sistema più frequentemente usato nei disegni** (figura 47).

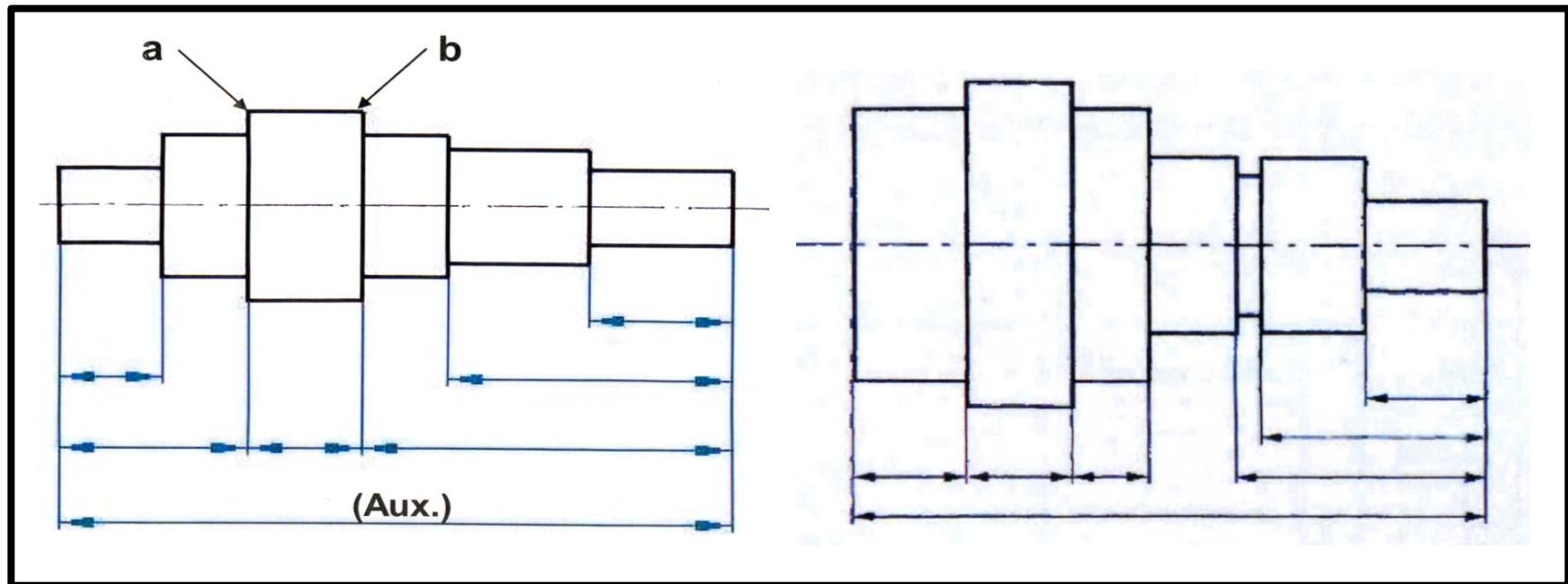


Fig. 47 – Quotatura combinata

d) Quotatura a quote sovrapposte (o in sequenza)

E' una **variante grafica della quotatura in parallelo** e si applica per risparmio di spazio, purché non vi sia pericolo di confusione o di scarsa chiarezza. L'origine è rappresentata da un circonferenza avente diametro di circa 3 mm (figura 48). Con questo sistema si ha un'unica linea di misura: l'elemento di origine o di riferimento viene individuato con la quota 0 e le altre quote da una freccia all'estremità opposta di ogni linea di misura, disposte nel senso di allontanamento dall'origine. Il valore numerico può essere scritto in prossimità della freccia: a) sul prolungamento della linea di riferimento, ruotato in verticale (figura 48a); b) al di sopra della linea di misura e un po' staccato da essa (figura 48b).

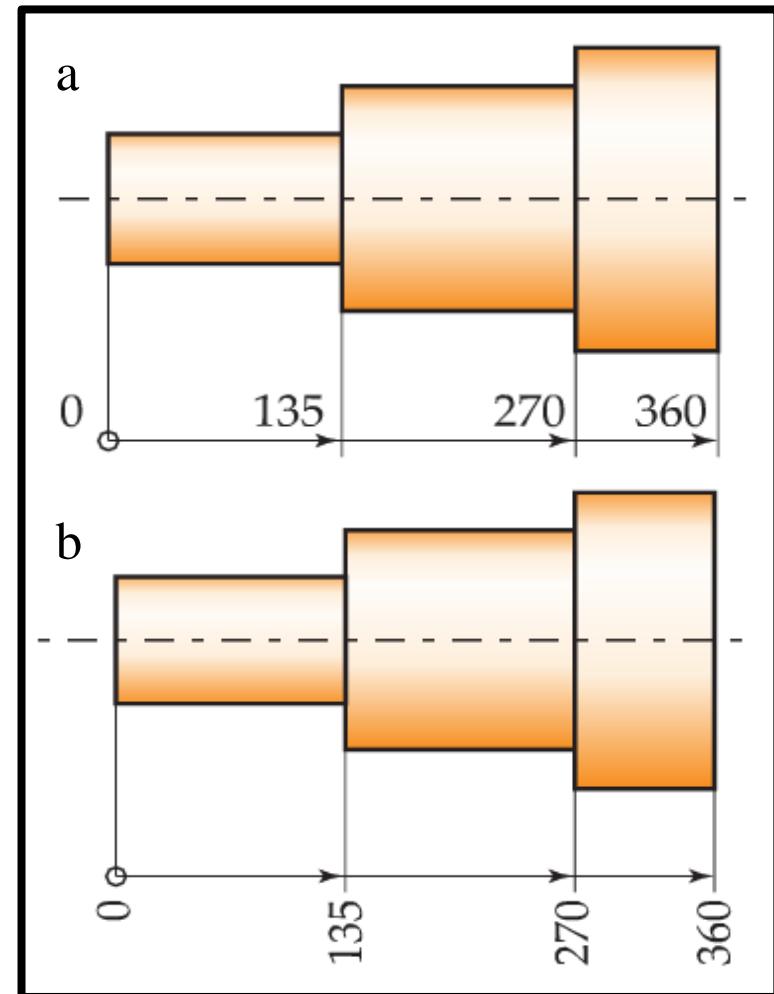


Fig. 48 – Esempi di quotatura a quote sovrapposte

e) Quotatura in coordinate

In alcuni casi può essere conveniente fare riferimento ad un unico punto, preso come origine per la quotatura, raggruppando le quote in un'unica tabella. Le norme prevedono due possibilità di quotatura di questo tipo:

- a) in **coordinate cartesiane** (figure 49a e 49b);
- b) in **coordinate polari**, usate per profili complessi: l'angolo si considera positivo in senso orario (figura 49c). La quotatura in coordinate è utile per la programmazione manuale e automatica delle macchine utensili a controllo numerico.

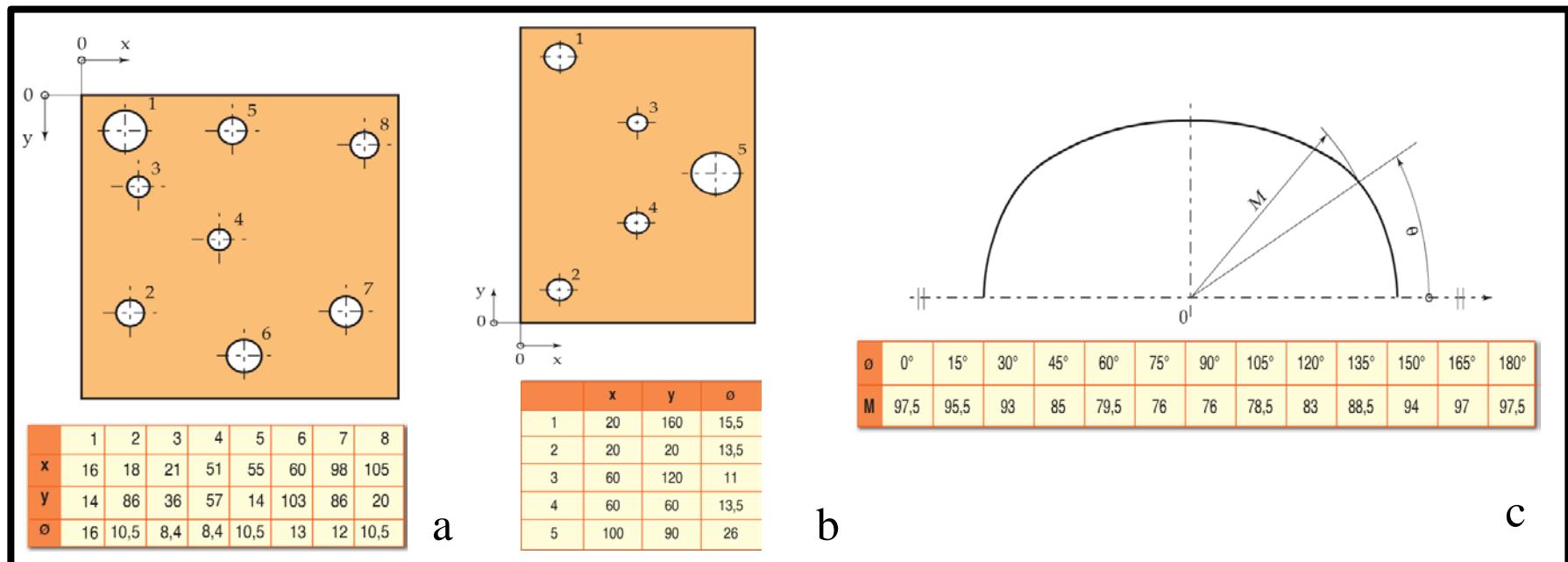


Fig. 49 – Esempi di quotatura in coordinate: a) e b) cartesiane; c) polari.

Quotatura secondo lo scopo del disegno

a) Quotatura funzionale o di montaggio

Il progettista o il disegnatore, nel riportare sul disegno le quote di un pezzo, deve avere chiari questi tre aspetti: **a)** un componente meccanico non deve mai essere considerato a sé stante, ma facente parte di un meccanismo nel quale deve assolvere una determinata funzione, e quindi deve individuare con molta attenzione le **quote funzionali**, essenziali per il corretto funzionamento; **b)** deve conoscere la sequenza di operazioni necessarie per ottenere le forme volute, partendo da un pezzo grezzo, in modo da definire le **quote tecnologiche**, che facilitano il lavoro di chi deve eseguire il pezzo, fornendogli le indicazioni che più gli servono per impostare la lavorazione; **c)** deve individuare le **quote di collaudo**, di ausilio nelle operazioni che verificano la corrispondenza tra le misure reali e le dimensioni riportate nel disegno.

Quotatura secondo lo scopo del disegno

a) Quotatura funzionale

La tabella UNI 4820 classifica le quote in: **a) funzionali**, essenziali alla funzione del pezzo; **b) non funzionali**, cioè non incidenti sulla funzionalità, ma necessarie per definire completamente il componente; **c) ausiliarie**, non indispensabili alla definizione del pezzo, ottenibili dalle altre quote.

Sono quindi dette **quote funzionali** quelle essenziali per lo scopo a cui il pezzo è destinato, come, ad esempio la conicità di una spina conica, la distanza tra i fori del piede e della testa di una biella, il diametro di un perno o quello del foro del cuscinetto corrispondente. Le quote funzionali devono essere **scelte nel modo più significativo per esprimere la funzione dell'oggetto** e particolare attenzione dovrà essere posta alle tolleranze ammissibili sul loro valore.

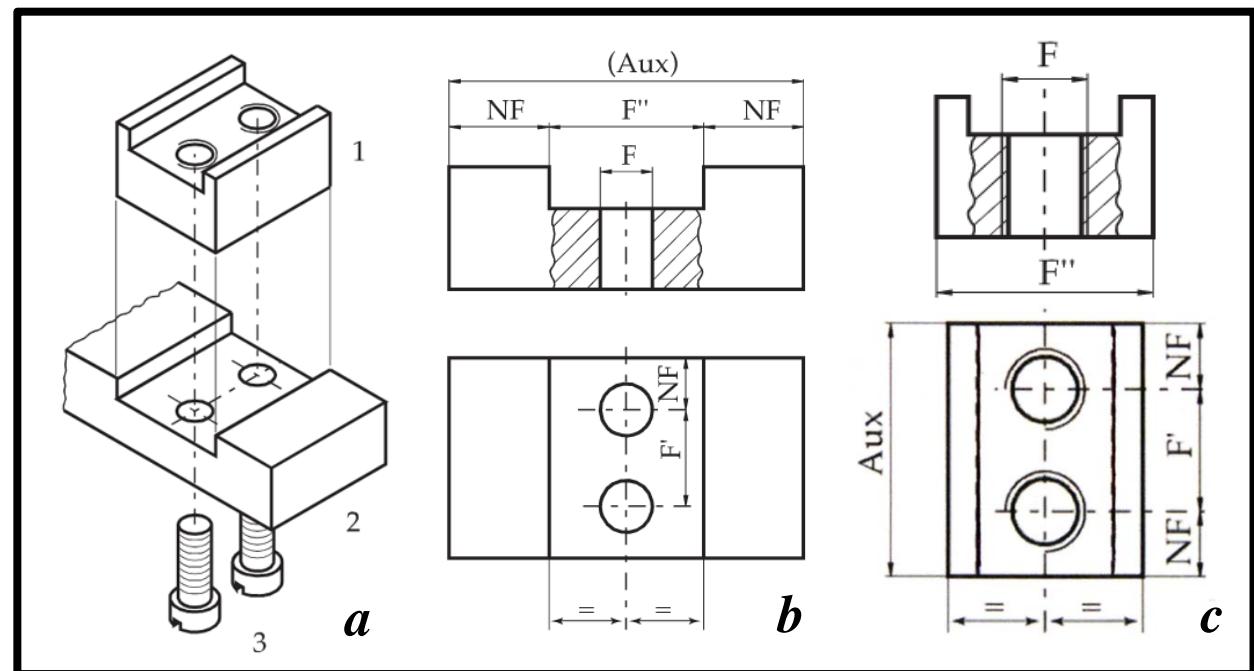
Sono **quote non funzionali** quelle necessarie per definire completamente il pezzo in tutti i suoi elementi, **ma che si riferiscono a parti che non sono fondamentali per il suo impiego**. Queste quote vanno scelte in relazione al loro scopo (ad esempio lavorazione o collaudo).

Vi sono infine le **quote ausiliarie**, che talvolta vengono scritte a **scopo informativo**, per esempio per evitare calcoli a chi deve produrre il pezzo. Queste quote, che sono ottenibili dalle altre quote e che quindi sono sovrabbondanti, devono essere scritte tra parentesi e non sono soggette a collaudo né a specifiche tolleranze.

Affinché il gruppo **funzioni** come richiesto, devono essere soddisfatte alcune condizioni. In particolare, per quanto riguarda il particolare (2):

- i fori devono consentire un agevole passaggio delle viti: la quota F è funzionale;
- l'interasse tra i suddetti fori passanti e i corrispondenti fori filettati nel particolare (1) dovrà avere identico valore F' ;
- la larghezza F'' dovrà consentire l'inserimento del particolare (1) e di conseguenza sarà maggiore della corrispondente quota F'' del particolare (1);
- le larghezze F'' devono essere divise in due parti uguali dall'asse di simmetria comune ai due fori. Tutte le quote sopra considerate sono pertanto **quote funzionali**.

Fig. 50 – Quote funzionali, non funzionali e ausiliarie: esempio di disegno di prodotto finito, dove il pezzo con due fori filettati (1) deve essere accoppiato con la base (2) tramite due viti (3).



Tutte le quote indicate con NF sono **non funzionali**, in quanto una loro variazione non influisce direttamente sulla funzionalità del gruppo. Ad esempio, la distanza NF di un foro dal bordo esterno non pregiudica l'accoppiamento; tuttavia tale quota potrebbe diventare di rilevante importanza ai fini della costruzione del pezzo (quotatura tecnologica, vedi paragrafo seguente).

Infine, la quota Aux del pezzo (2) può essere "comoda" per la definizione dell'ingombro del pezzo, ma non è indispensabile in quanto derivante dalla somma di quote già note. L'uso della parentesi prescritto per la sua indicazione assumerà significato con riferimento alle tolleranze.

Le quote funzionali vanno quindi poste sulle **superfici funzionali** (che condizionano la posizione di elementi rispetto ad altri elementi ai quali vanno accoppiati), distinte dalle **superfici indipendenti**, che non dipendono dagli altri elementi e che possono anche variare in forma e dimensione. **Non si deve ricavare** una quota funzionale da altre quote.

b) Quotatura tecnologica e c) Quotatura di collaudo

Il modo di quotare il pezzo deve non solo dare tutte le indicazioni perché sia geometricamente definito (quotatura di grandezza e di posizione) e mettere inoltre ben in evidenza quali quote sono fondamentali perché il pezzo funzioni per lo scopo al quale è destinato (quotatura funzionale), ma deve anche:

- facilitare il lavoro di chi deve eseguire il pezzo, **fornendogli le quote che più gli servono per impostare la lavorazione;**
- facilitare il lavoro di chi deve controllarlo, **fornendogli le quote che più gli servono per impostare il collaudo.**

Il disegnatore, pertanto, quando quota un pezzo, deve sempre tener presenti le modalità con le quali esso verrà realizzato e controllato.

In particolare, la quotatura tecnologica di un pezzo può variare al variare del processo produttivo adottato o anche solo del ciclo di lavorazione.

Una volta stabilita la quotatura funzionale, il disegno deve quindi contenere tutte le quote che facilitino le operazioni tecnologiche, con la scelta degli elementi di riferimento adeguati al procedimento adottato

Nel quotare un pezzo si dovranno in primo luogo indicare le **quote funzionali**, poi quelle **non funzionali scegliendole in modo che rispettino la quotatura tecnologica**, e infine aggiungere le **altre quote** necessarie per definire geometricamente il pezzo.

Cap. 5 (2a parte)

Disegno e Quotatura per le lavorazioni meccaniche

- Introduzione**
- Processi di lavorazione**
- Processi di lavorazione per fusione**
- Processi di lavorazione per asportazione di materiale**
- Processi di lavorazione per deformazione plastica**
- Lavorazione delle lamiere**

Introduzione

La moderna tecnica produttiva opera in due campi fondamentali classificabili come:

- a) produzione e trasformazione dei materiali fino al livello del **semilavorato**;
- b) trasformazione del semilavorato in **prodotto finito** (industria manifatturiera).

Ne consegue che un prodotto finito, normalmente, non si ottiene utilizzando un unico processo produttivo, ma applicando in serie vari processi (figura 51).



Fig. 51 - a) ciclo di lavoro generico; b) ciclo di lavoro reale (semplificato)

Quindi, sintetizzando, il disegnatore o il progettista, essendo i processi di produzione e progettazione intimamente correlati, per elaborare correttamente un disegno tecnico, deve **avere una discreta conoscenza dei processi di lavorazione**.

Processi di lavorazione

I processi di produzione metalmeccanica si possono classificare nelle tre grandi famiglie di seguito indicate.

Processi di lavorazione per fusione

Il materiale viene fuso e colato in vuoti (forme) transitorie o permanenti

Fonderia

Processi di lavorazione per asportazione di materiale

Si ottiene la forma voluta asportando materiale da una geometria iniziale.

Tornitura, fresatura, foratura, alesatura, stozzatura e brocciatura rettifica, ecc.

Processi di lavorazione per deformazione plastica

Vengono applicate forze al materiale che lo portano oltre il limite di snervamento, provocando deformazioni permanenti.

Laminazione, stampaggio, estrusione, piegatura, imbutitura, punzonatura, traciatura, ecc.

Processi di lavorazione per fusione

Fonderia

I procedimenti di fusione si basano sulla proprietà delle leghe di essere **fuse** e quindi **colate** all'interno di **appositi stampi** (**forme**) dei quali, in seguito alla solidificazione, ne assumono la forma. Il pezzo che risulta dal procedimento di fusione viene detto **greggio** (o **grezzo**) di fonderia, e, nella maggioranza dei casi, andrà incontro ad ulteriori lavorazioni prima di diventare prodotto finito. Da tenere in considerazione che la **finitura superficiale** di questi pezzi è di solito **grossolana**.

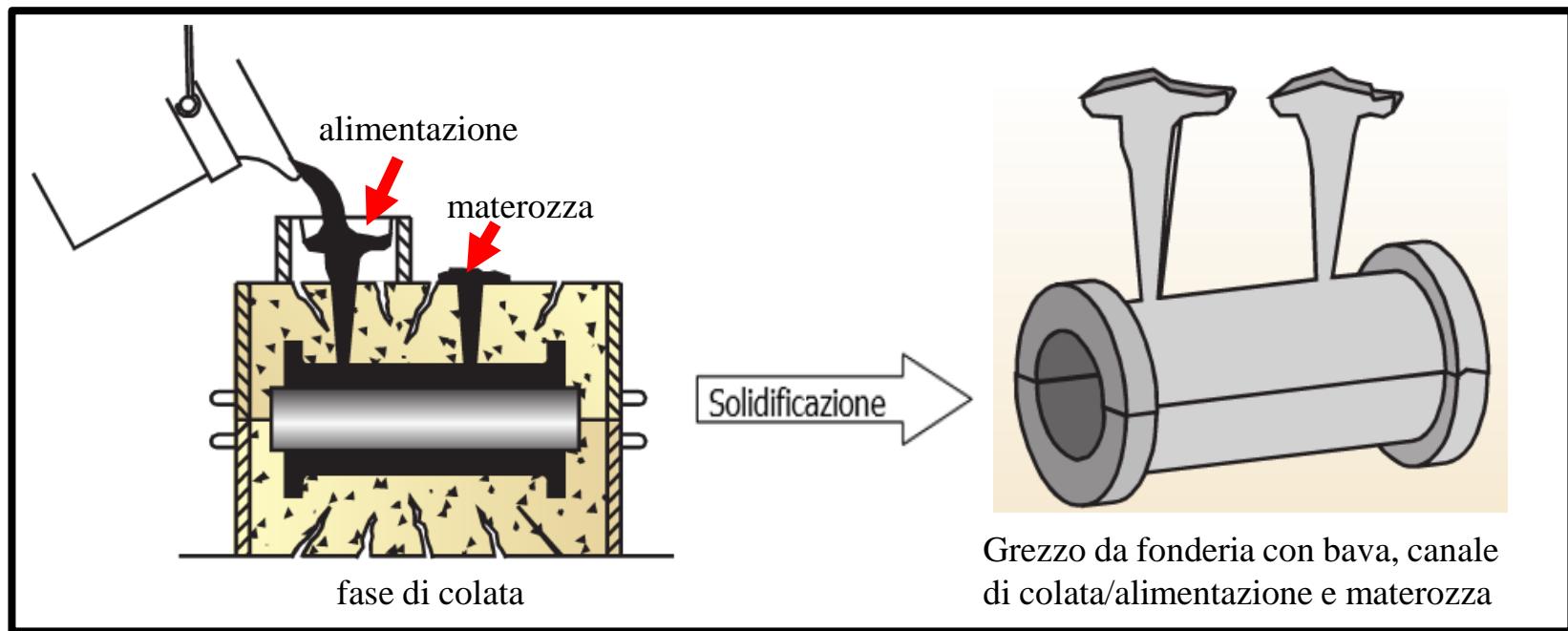


Fig. 52 - Esempio di colata in sabbia

Il disegno dei pezzi prodotti per fusione

Vi sono numerosi fattori di cui il progettista deve tener conto nel disegno dei pezzi prodotti per fusione e dei relativi modelli, ma in particolare i seguenti:

- a) - Fenomeno del ritiro;
- b) - Sovrametallo per successive lavorazioni;
- c) - Estraibilità del modello dalla forma;
- d) - Difettosità;

a) Fenomeno del ritiro

Durante la fase di raffreddamento nella forma il metallo fuso si ritira; i valori del ritiro, per i vari materiali sono tabellati (tabella 3)

*Tab. 3 - Valore approssimativo
del ritiro per getti in sabbia di
alcuni materiali metallici*

ACCIAIO (C = 0,3%)	1,67%
ACCIAIO (C = 0,8%)	1,54%
GHISA BIANCA	1,50%
GHISA GRIGIA	1,00%

b) Sovrametallo per successive lavorazioni

Nei disegni il sovrametallo per le successive lavorazioni viene normalmente indicato con linea tratto e punto all'interno del grezzo (figura 53a) o all'esterno del pezzo finito (figura 53b).

c) Estraibilità del modello dalla forma

Per poter estrarre la forma una volta che si è compattata la sabbia attorno ad essa è necessari predisporre fare le pareti lievemente inclinate (sformo o spoglia, figura 54); anche in questo caso gli angoli di spoglia sono tabellati (tabella 4).

Altezza "A"	Formatura a mano		Formatura a macchina	
	α	inclinazione	a	inclinazione
fino a 10 mm	5°	9%	3°	5%
da 10 a 35 mm	4°-3°	7-5%	2°-1°	3,5-2%
da 35 a 150 mm	2°30'-2°	4-3,5%	1°-45°	2-1,5%
oltre 150 mm	1°	2%	30°	1%

Tab. 4 - Valori minimi di spoglia consigliati per fusioni in sabbia

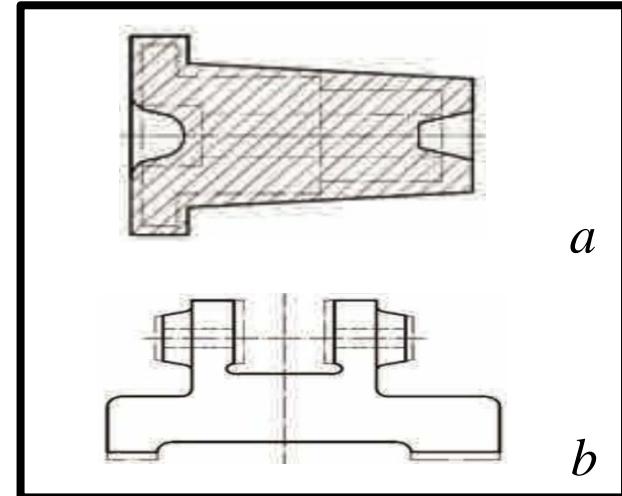


Fig. 53 - Sovrametallo

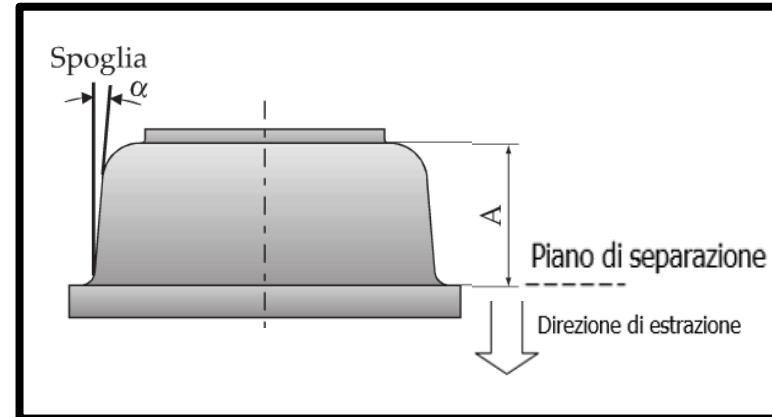


Fig. 54 - Estraibilità

d) - Difettosità

d1) -Evitare spigoli vivi

Gli spigoli vivi sono sconsigliabili in quanto la forma si danneggia facilmente; raccordare quindi le forme (figura 55)

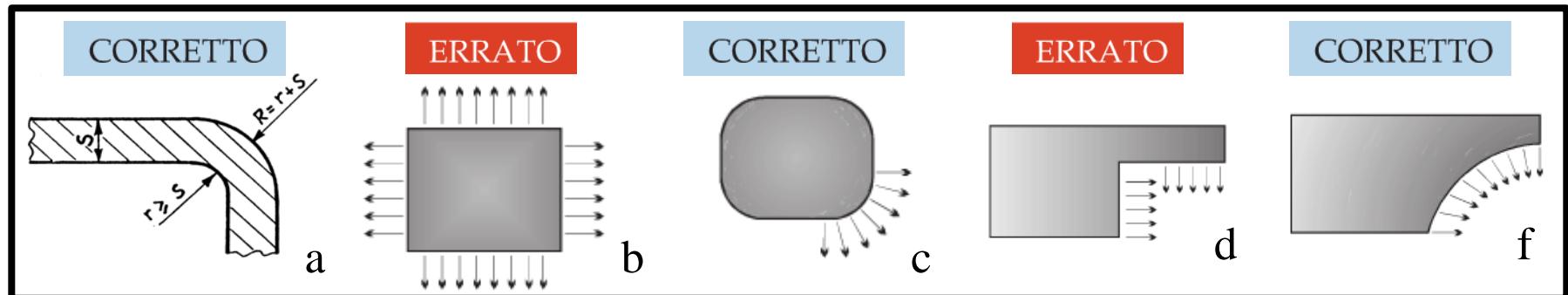
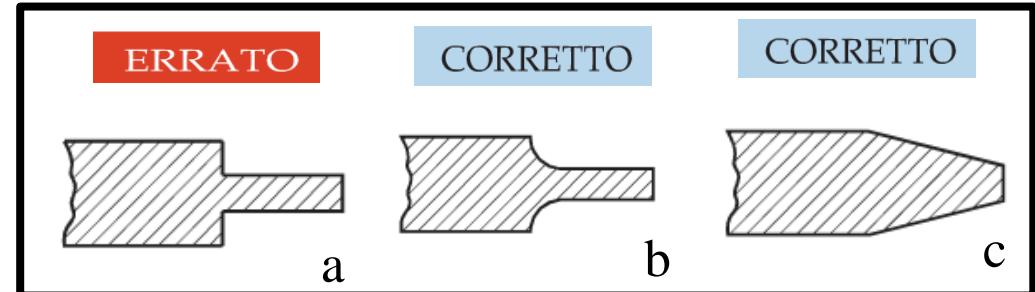


Fig. 55 - a), c) e f) spigoli arrotondati (corretto); b) e d) spigoli vivi (errato)

d2) - Evitare di collegare zone di grande massa con zone di piccolo spessore

Le parti sottili si raffreddano prima di quelle di maggior spessore e nelle parti centrali di quelle più grosse si creano tensioni che portano a deformazioni e a rotture nel pezzo finito (figura 56).

Fig. 56 - a) passaggio di sezione brusco (errato); b) e c) passaggio di sezione graduale (corretto)



d3) - Utilizzare spessori uniformi

Per evitare risucchi e cavità (dovuti a differente tempo di raffreddamento tra zone adiacenti) è consigliabile uniformare gli spessori ed evitare i bruschi passaggi di sezione.

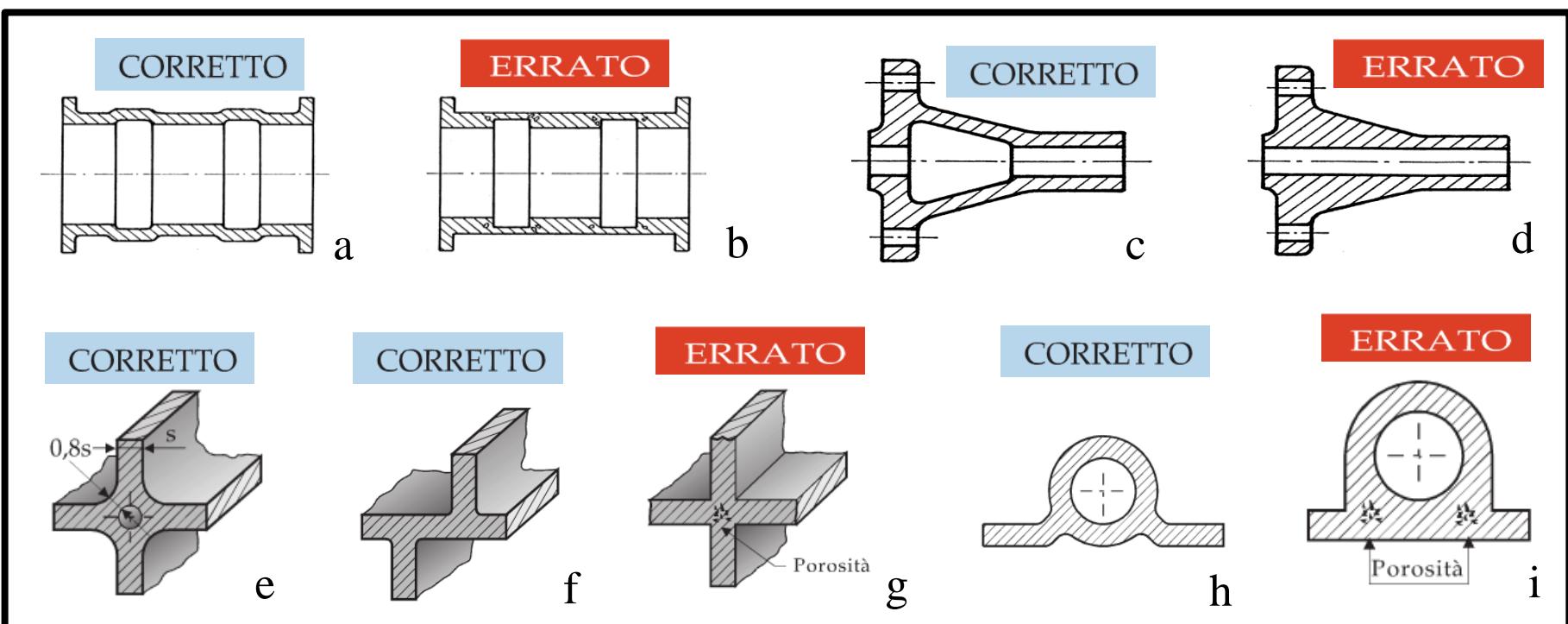


Fig. 57 - a), c), e), f), h) esecuzioni spessori e passaggi di sezione corretti; b), d), g), i) esecuzioni spessori e passaggi di sezione errati.

Processi di lavorazione per asportazione di materiale

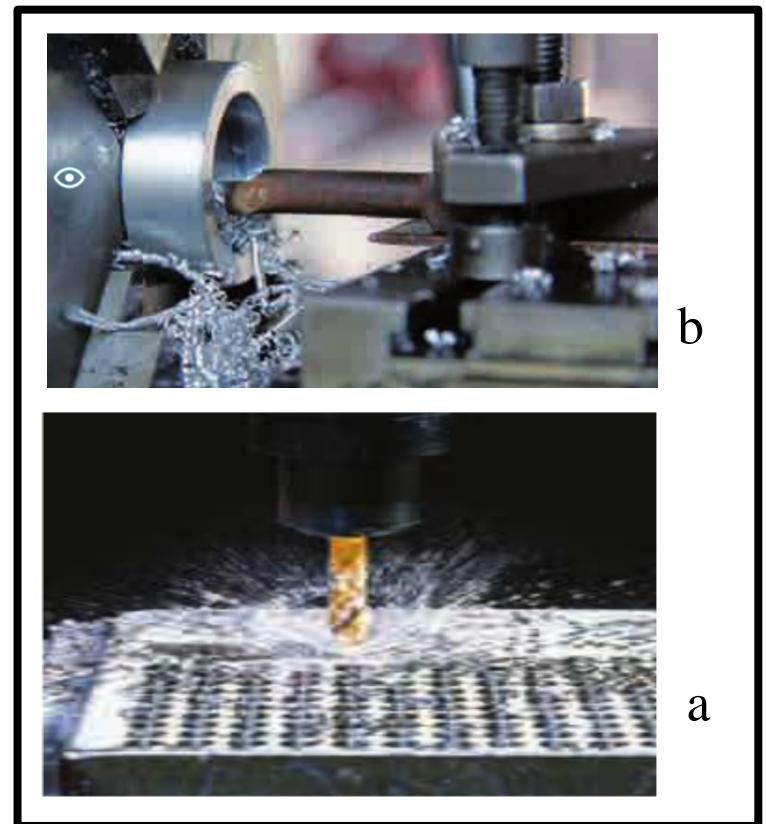
Premessa

Le **lavorazioni ad asportazione di materiale** (o per **asportazione di truciolo**) consentono di ottenere un prodotto di forma voluta (**prodotto finito**) a partire da una geometria iniziale (**grezzo**), di forma definita, asportando il materiale eccedente (**sovrametallo**) sotto forma di minutissime scaglie o lamine di metallo (**truciolo**) ed utilizzando strumenti di lavoro opportunamente sagomati (**utensili**) (figura 58).

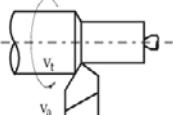
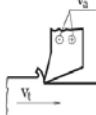
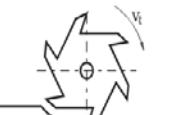
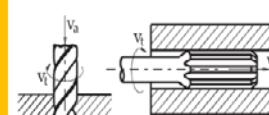
In genere i procedimenti per asportazione di materiale si realizzano in due o tre fasi:

1. **sgrossatura**: lavorazione grossolana e veloce che permette di asportare la maggior parte del materiale;
2. **finitura** (lavorazione a quota): più fine e più lenta della precedente, permette di portare il pezzo alle dimensioni volute;
3. **rettifica** (lavorazione a tolleranza): ancora più fine della precedente, permette di ottenere le tolleranze specificate.

Fig. 58 - a) foratura; b) tornitura



L'asportazione di truciolo si basa sul moto relativo (**moto di taglio**) tra la superficie del pezzo da lavorare e l'**utensile**; il **moto di alimentazione** è invece il moto che permette di portare sotto l'utensile sempre nuovo materiale da asportare. Entrambi i moti, a seconda della macchina utensile utilizzata, **possono essere posseduti dall'utensile o dal pezzo**. La tabella 4 mostra gli schemi cinematici di alcune lavorazioni con asportazione di truciolo con l'indicazione dei movimenti di taglio e di alimentazione.

Schema	Macchina	Operazione	Moto di taglio		Moto di alimentazione		Schema	Macchina	Operazione	Moto di taglio		Moto di alimentazione	
			natura	origine	natura	origine				natura	origine	natura	origine
	TORNIO	Tornitura	circolare	pezzo	rettilineo	utensile		PIALLATRICE	Piallatura	rettilineo	pezzo	rettilineo	utensile
	FRESATRICE	Fresatura	circolare	utensile	rettilineo	pezzo		STOZZATRICE BROCCIATRICE	Stozzatura Brocciatura	rettilineo	utensile	rettilineo	pezzo o utensile
	TRAPANO ALESATRICE FRESATRICE TORNIO	Foratura Alesatura	circolare	utensile	rettilineo	utensile o pezzo		RETIFICATRICE LAPPATRICE	Rettifica	circolare	utensile	rettilineo e circolare	pezzo o utensile

Tab. 4

Tornitura

Premessa sulla tornitura

Nella **tornitura** il movimento di lavoro, rotatorio, è posseduto dal pezzo, fissato ad un organo di presa che solitamente è una piattaforma autocentrante; il movimento di alimentazione è posseduto dall'utensile, ancorato ad una serie di slitte che gli permettono lo spostamento longitudinale, trasversale e la rotazione intorno ad un asse verticale (figura 59 e tabella 5). Nel suo movimento la punta dell'utensile descrive una linea (generatrice) che trasforma il pezzo in un solido di rivoluzione.

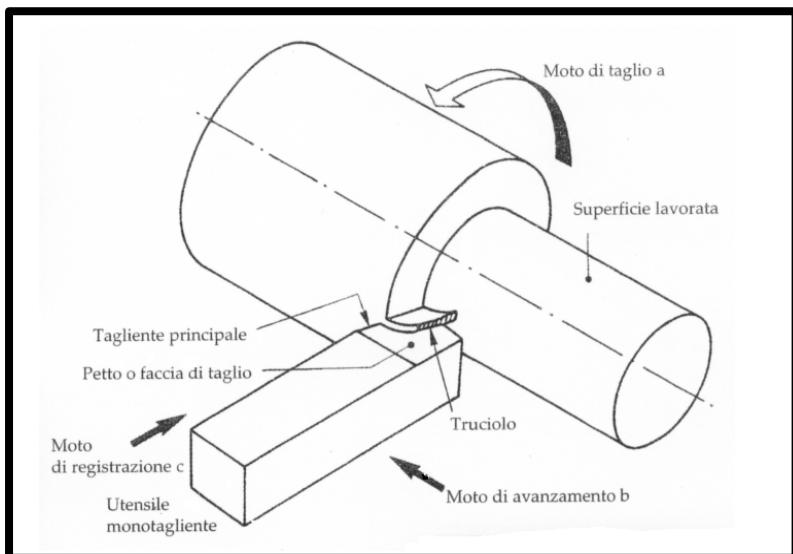
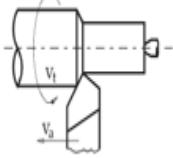


Fig. 59 – Schema elementare di una operazione di tornitura

Schema	Macchina	Operazione	Moto di taglio		Moto di alimentazione	
			natura	origine	natura	origine
	TORNIO	Tornitura	circolare	pezzo	rettilineo	utensile

Tab. 5

La figura 60 mette in evidenza le parti essenziali di un tornio parallelo, che è una delle macchine utensili più diffuse, soprattutto per la grandissima varietà di operazioni che è in grado di eseguire.

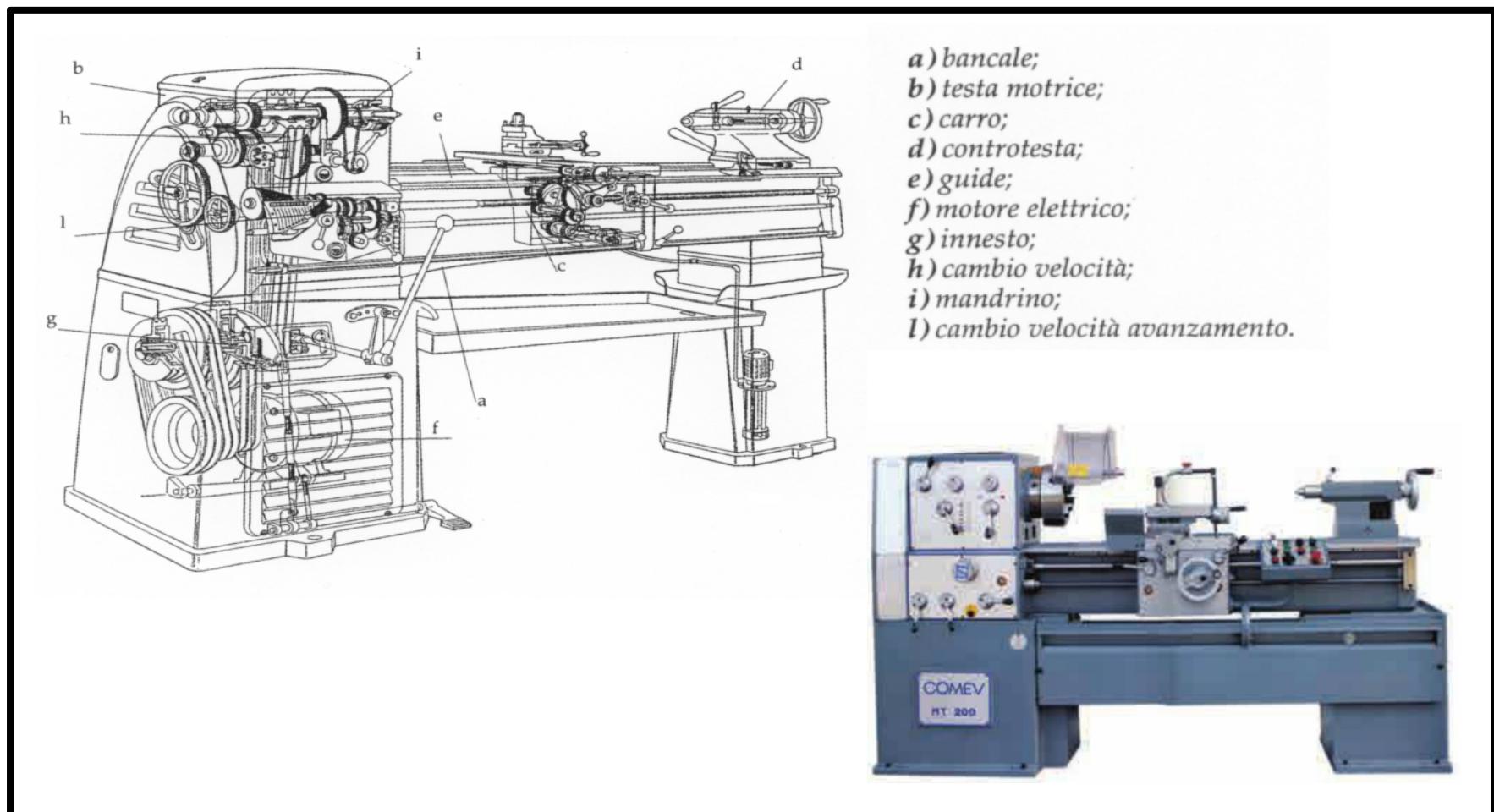
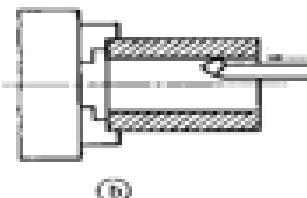
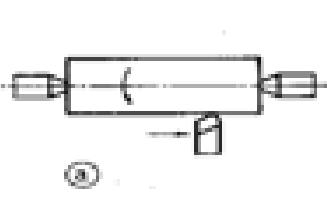


Fig. 60 – Schema generale e parti fondamentali di un tornio

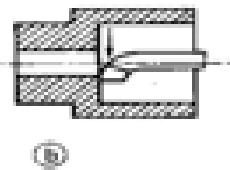
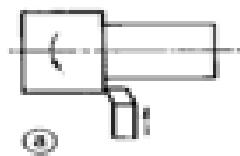
Caratteristiche della tornitura

Facendo variare la posizione dell'utensile è possibile ottenere differenti forme di solidi di rivoluzione: cilindriche, coniche, sferiche, toriche, ecc...

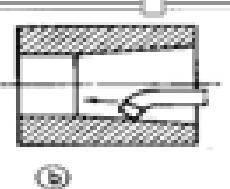
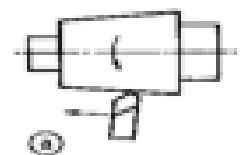
La tornitura permette la realizzazione di forme interne (foratura, alesatura, maschiatura, ecc. ...), esterne e piane come schematicamente indicato in figura 61.



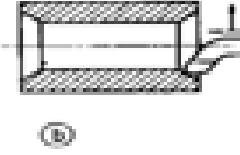
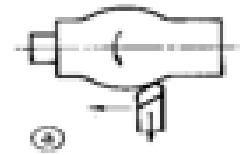
CON L'UTENSILE DISPOSTO COME IN FIGURA E AVENTE MOTO PARALLELO ALL'ASSE DI ROTAZIONE SI POSSONO OTTENERE SUPERFICI ESTERNE (a) OD INTERNE (b).



CON L'UTENSILE DISPOSTO COME IN FIGURA E AVENTE MOTO PERPENDICOLARE ALL'ASSE DI ROTAZIONE SI POSSONO OTTENERE SUPERFICI PIANE (SFACCIATURE) ESTERNE (a) OD INTERNE (b).



CON OPPORTUNA DISPOSIZIONE DELL'UTENSILE E MOTO RETTILINEO ANGOLATO SI POSSONO OTTENERE SUPERFICI CONICHE ESTERNE (a) OD INTERNE (b).



QUANDO L'UTENSILE POSSIEDE MOTO SIMULTANEO IN DIREZIONE PARALLELA E PERPENDICOLARE ALL'ASSE DI ROTAZIONE SI POSSONO OTTENERE SUPERFICI SFERICHE ESTERNE (a) OD INTERNE (b).

Fig. 61 – Esempi di forme ottenibili per tornitura.

Quotatura tecnologica o di fabbricazione

Esempi di pezzi eseguiti mediante tornitura

Esempio 1) - La quotatura di fabbricazione del pezzo indicato in figura 62b tiene conto della procedura di lavorazione che viene eseguita operando due ribaltamenti del pezzo sulla macchina. Come si può notare, l'operatore prende come riferimento le due superfici d'estremità dell'albero, considerate per semplicità già **sfacciate** (figura 62a) e quindi perpendicolari all'asse del pezzo. La quotatura derivante avrà quindi due riferimenti coincidenti con le sue estremità; le **gole di scarico** e gli **smussi** vengono **quotati in parallelo**, poiché vengono eseguiti dopo le torniture cilindriche.

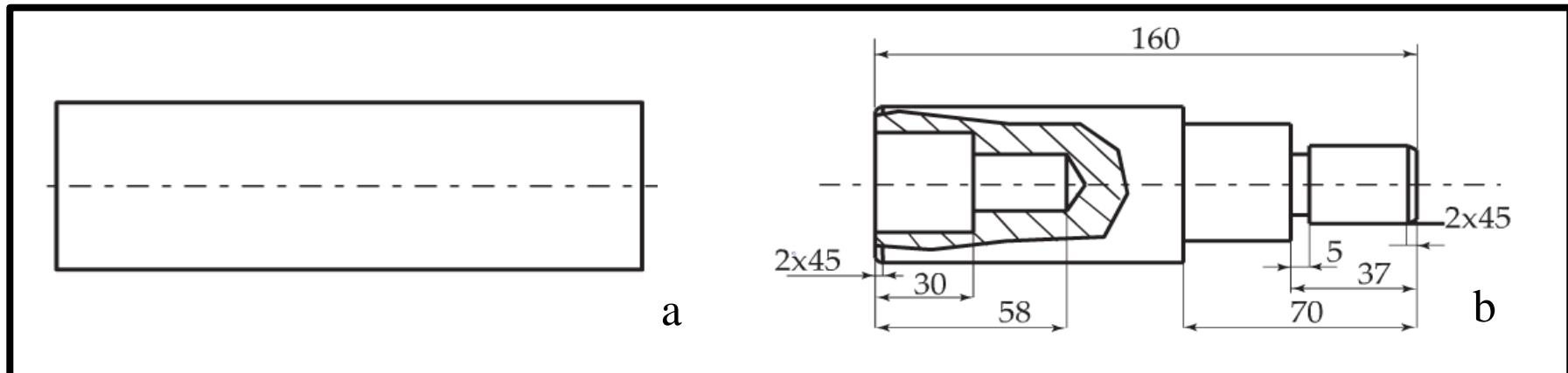
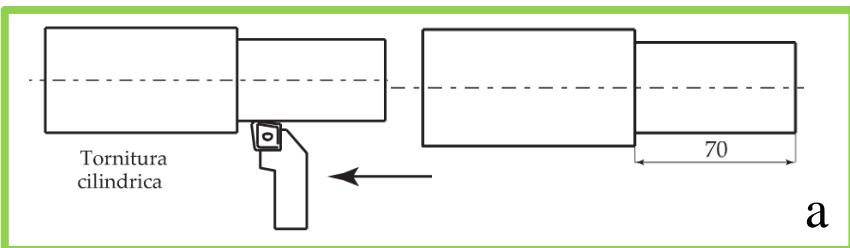
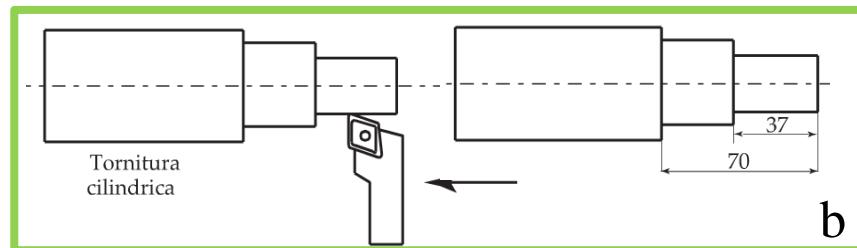


Fig. 62 - a) tondo di partenza supposto già a lunghezza finita; b) pezzo finito quotato

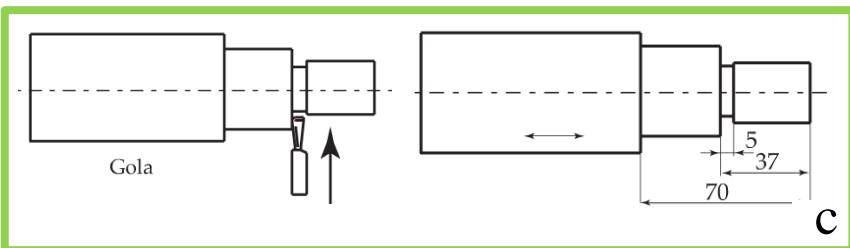
PRIMA FASE



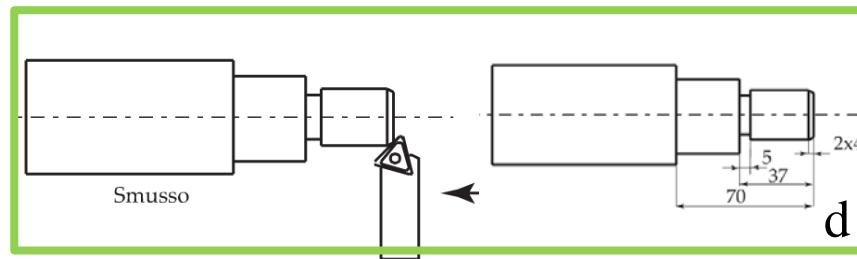
TORNITURA ESTERNA CILINDRICA LUNGA 70



TORNITURA ESTERNA CILINDRICA LUNGA 37



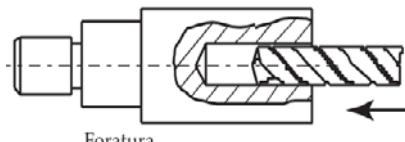
ESECUZIONE GOLA LARGA 5 A 37 DAL BORDO



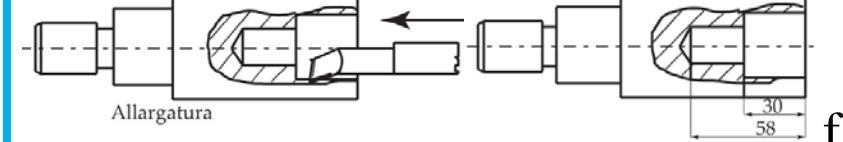
ESECUZIONE SMUSSO 2x45°

Fig. 63 – Esempio 1, PRIMA FASE.

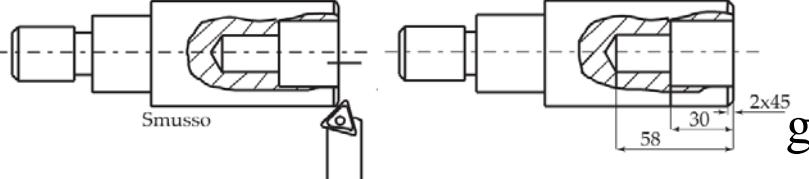
SECONDA FASE (*a pezzo girato*)



FORATURA PROFONDITA' 58



TORNITURA INTERNA CILINDRICA PROFONDITA' 30



ESECUZIONE SMUSSO 2x45°

Fig. 64 – Esempio 1, SECONDA FASE.

Quotatura di pezzi eseguiti mediante tornitura

Esempio 2) - In figura 65 si notino le due quotature in parallelo con riferimenti alle estremità.

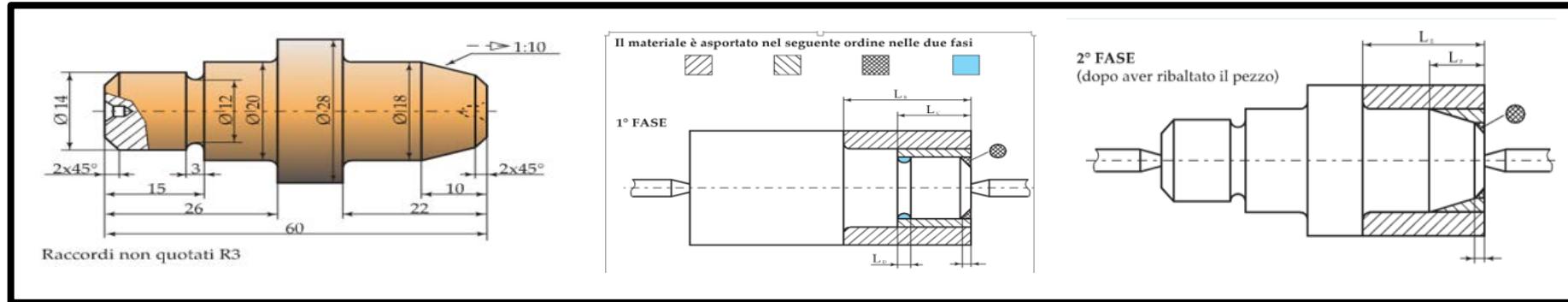
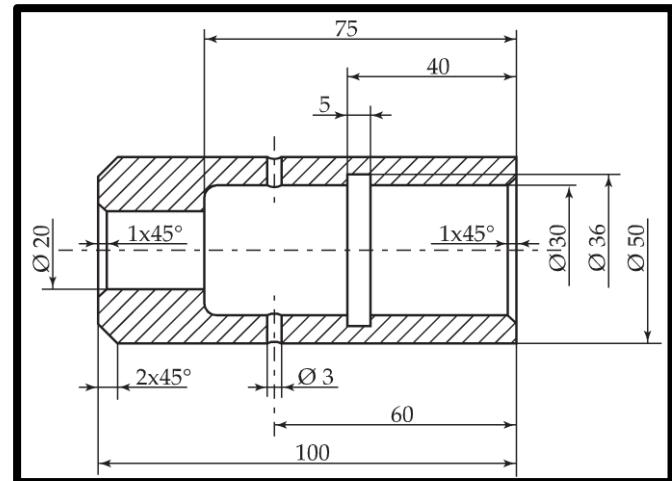


Fig. 65 – Quotatura per la tornitura esterna. Si notino le quote di impostazione della lavorazione, come quelle della gola, in parallelo con le altre

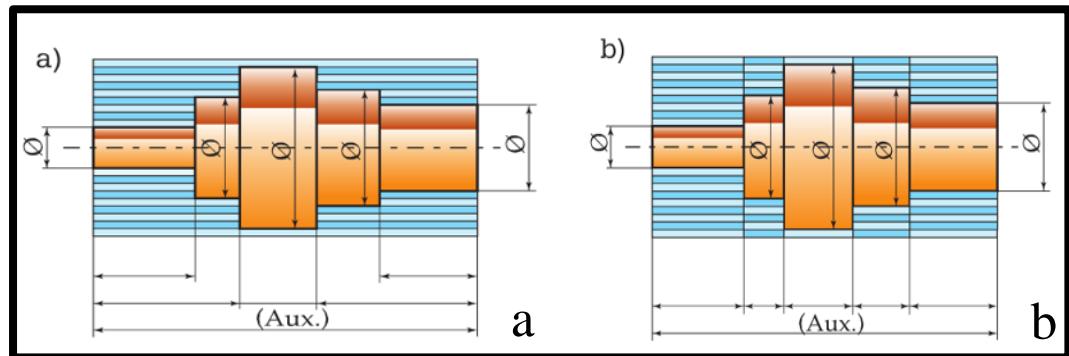
Esempio 3) - Nel caso dell'elemento tubolare di figura 66, la quotatura dei diametri ha le linee di misura interrotte, alleggerendo l'aspetto del disegno; per il foro radiale bisogna fornire la distanza dell'asse da una delle estremità.

Fig. 66 – Quotatura per la lavorazione di interni



Esempio 4) Il tipo di quotatura può condizionare anche lo svolgimento del ciclo di lavorazione da eseguire. Infatti, come si vede nella figura 67, la quotatura in serie costringe l'operatore ad eseguire, a parità di volume asportato, un numero più elevato di operazioni e quindi di riposizionamenti rispetto alla quotatura in parallelo.

Fig. 67 – Le varie strisce tratteggiate evidenziano le profondità di passata. La quotatura indica anche il metodo di lavoro e quindi nel caso a) occorrono 14 interventi dell'operatore, nel caso b) 32



Esempio 5) Differenze nella quotatura di fabbricazione: nel pezzo c) la parte di diametro maggiore può essere ottenuta da un tondo di tale diametro, asportando le parti in «eccesso» di lunghezza a e b , mentre nel pezzo d) la riduzione di diametro viene effettuata per una lunghezza b a partire da una distanza a da una estremità. In entrambi i casi la quota non indicata deriva necessariamente dalla lavorazione del pezzo di lunghezza l (figura 68).

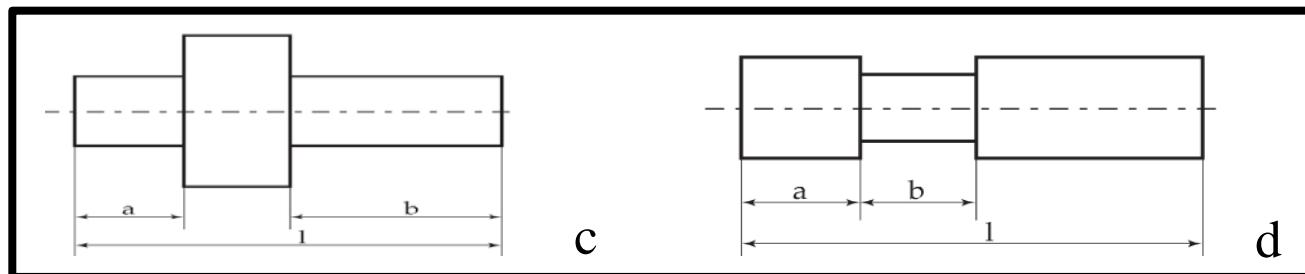


Fig. 68

Fresatura

Premessa sulla fresatura

A differenza della tornitura, nella fresatura l'utensile che presenta denti multipli (**fresa**) possiede il movimento circolare uniforme (**movimento di lavoro** o **movimento di taglio**), mentre il **movimento di avanzamento** (**movimento di traslazione** o **movimento di alimentazione**) viene conferito al pezzo; un'altra differenza con la tornitura consiste nel fatto che la sezione del truciolo staccato dall'utensile in lavoro non è costante, ma varia su tutta la lunghezza; inoltre, mentre in tornitura predomina il taglio continuo, la fresatura avviene con taglio intermittente. A seconda del fatto che l'asse di rotazione della fresa sia parallelo o perpendicolare alla superficie da lavorare, si ha la fresatura periferica o frontale.

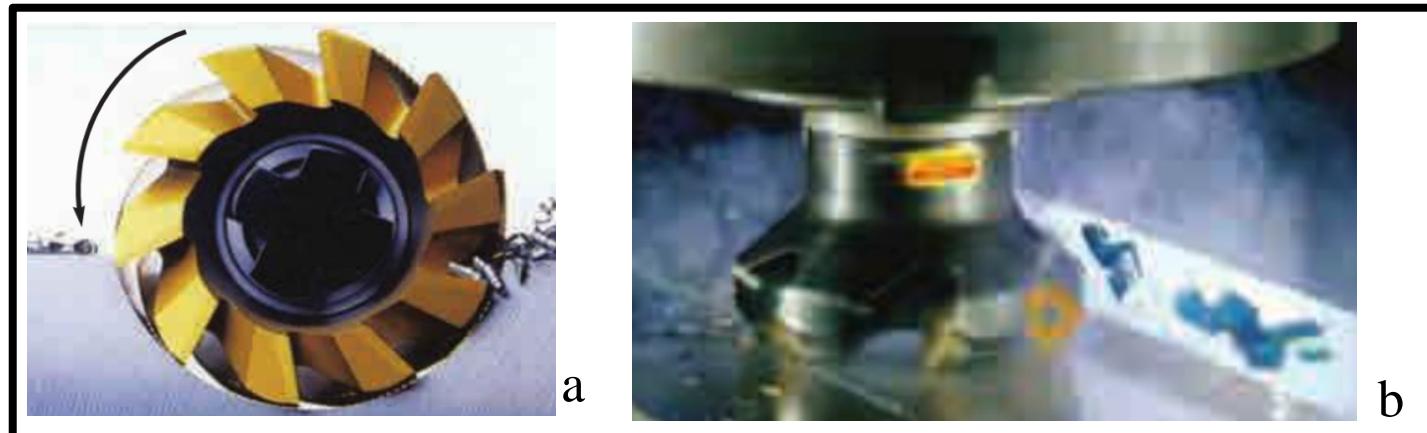


Fig. 69 - Operazione di fresatura: a) periferica; b) frontale

Le macchine utensili impiegate per le operazioni di fresatura (fresatrici) si distinguono in:

- a) fresatrici **orizzontali**, con mandrino orizzontale;
- b) fresatrici **universali**, con la stessa struttura di quella orizzontale, ma con la possibilità di orientare la slitta portapezzo e cambiare la testa motrice da orizzontale in verticale (figura 70);
- c) fresatrici **verticali**, con mandrino verticale e con testa orientabile;
- d) fresatrici **speciali**, come quella per attrezzisti, o a più teste portamandrino.

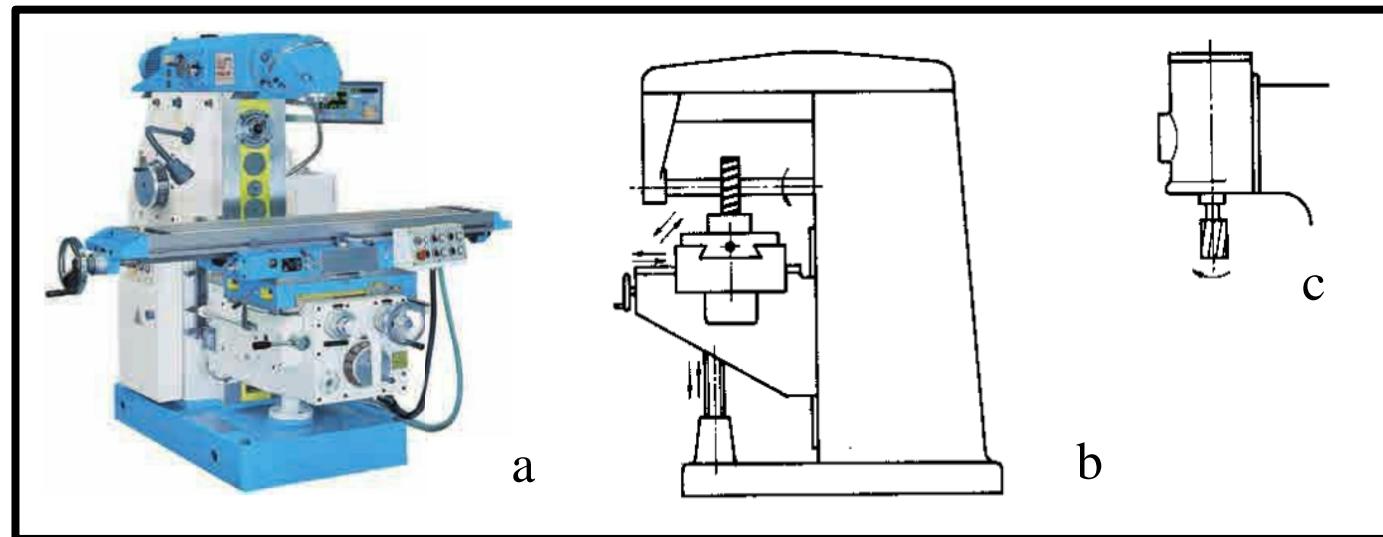


Fig. 70 – a) Fresatrice universale: oltre all'orientamento della tavola portapezzo è possibile montare b) un albero portamandrino orizzontale o c) verticale.

Caratteristiche della fresatura

Nella figura 71 sono schematizzate le principali operazioni di fresatura:

- spianatura con fresa cilindrica ad azione periferica sopra e fresa cilindrico-frontale sotto (figura 71a);
- taglio di scanalature con frese cilindrico-frontali a due o più taglienti di codolo (figura 71b);
- taglio di cave con frese a disco o sagomate (figura 71c).

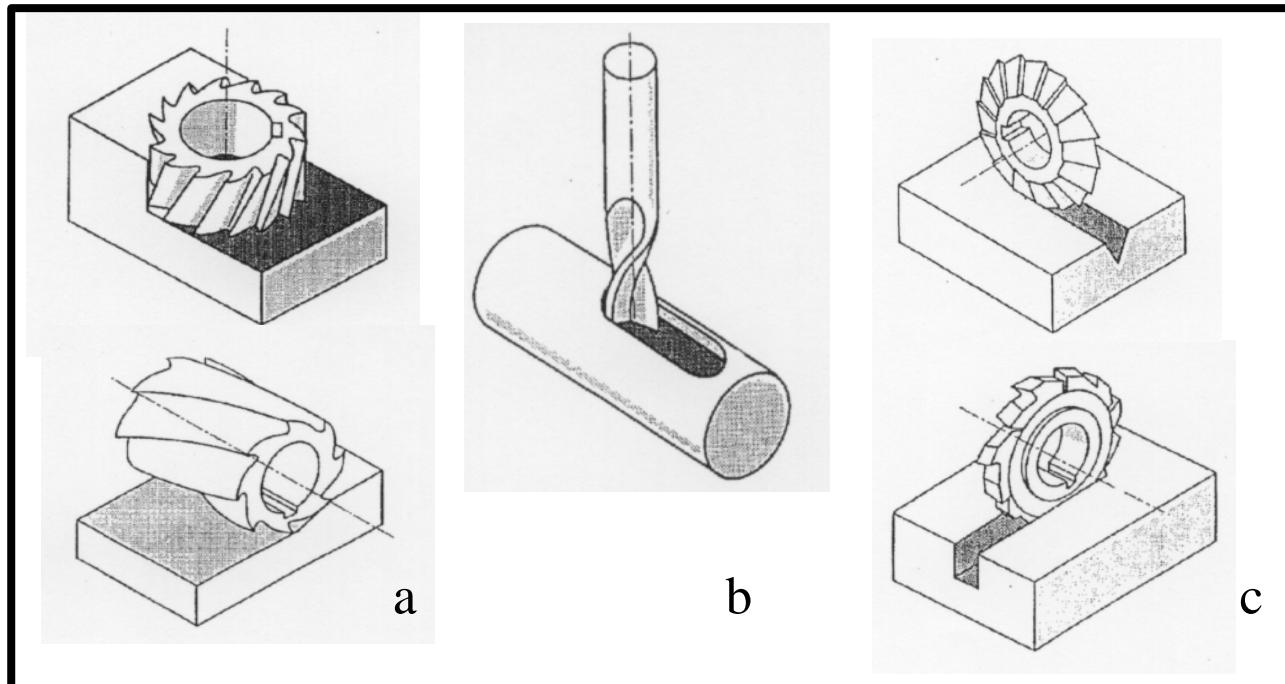


Fig. 71 – Operazioni fondamentali di fresatura.

Facendo variare la forma dell'utensile è possibile ottenere differenti forme di lavorazione: scanalature, contornature, spallamenti, ecc. ... (figura 72).

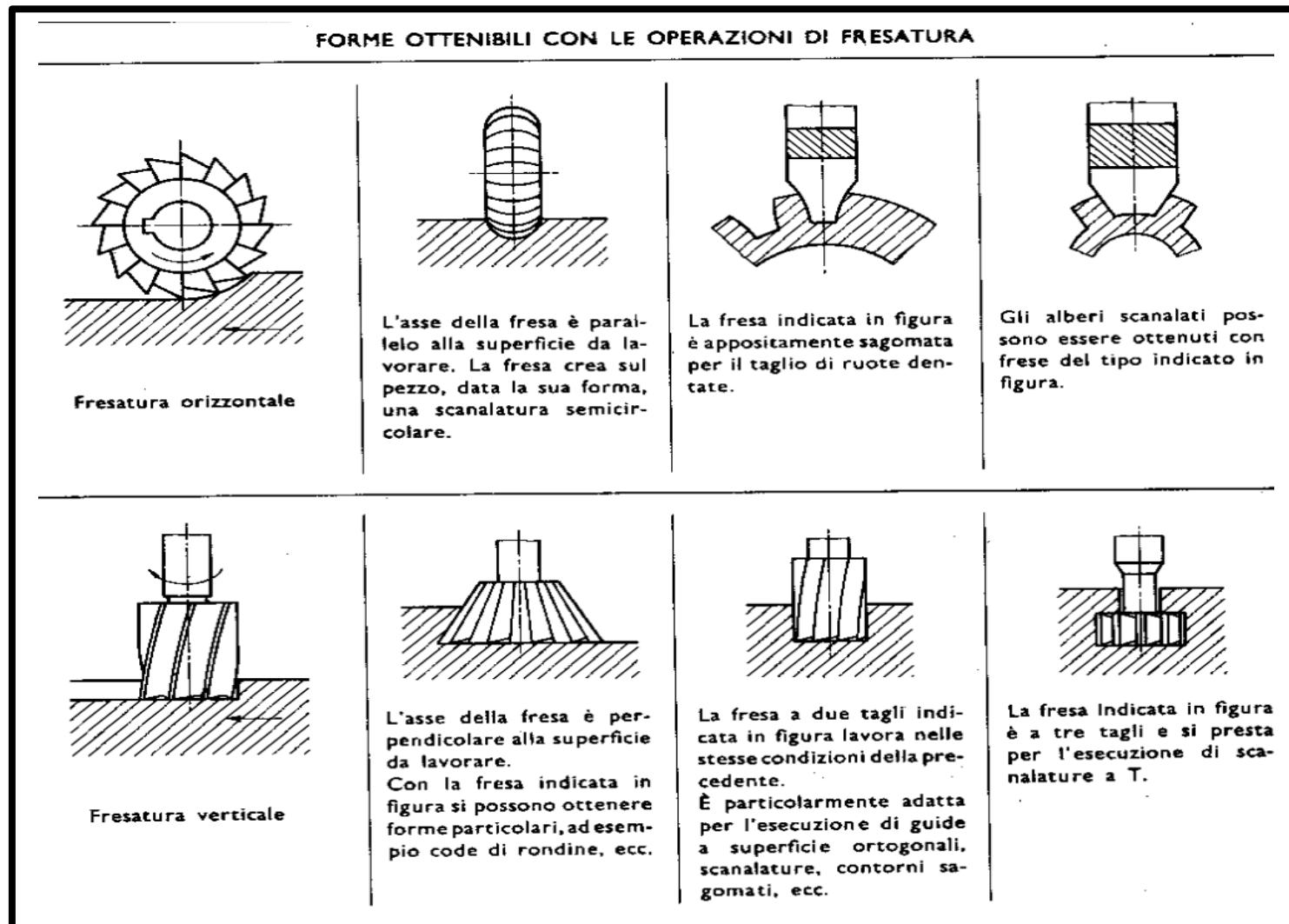


Fig.72

Quotatura di pezzi eseguiti mediante fresatura

Le quote tecnologiche e di collaudo vengono riferite a superfici del pezzo ben definite, dette **superfici di riferimento**. Ad esempio, per la quotatura di una scanalatura sulla piastra indicata in figura 73, bisogna indicare nel disegno la quota a , che definisce la larghezza della fresa impiegata per la lavorazione, la quota b , collegata allo spostamento longitudinale dell'utensile, e la quota c , che definisce la corsa dell'utensile per il taglio della cava.

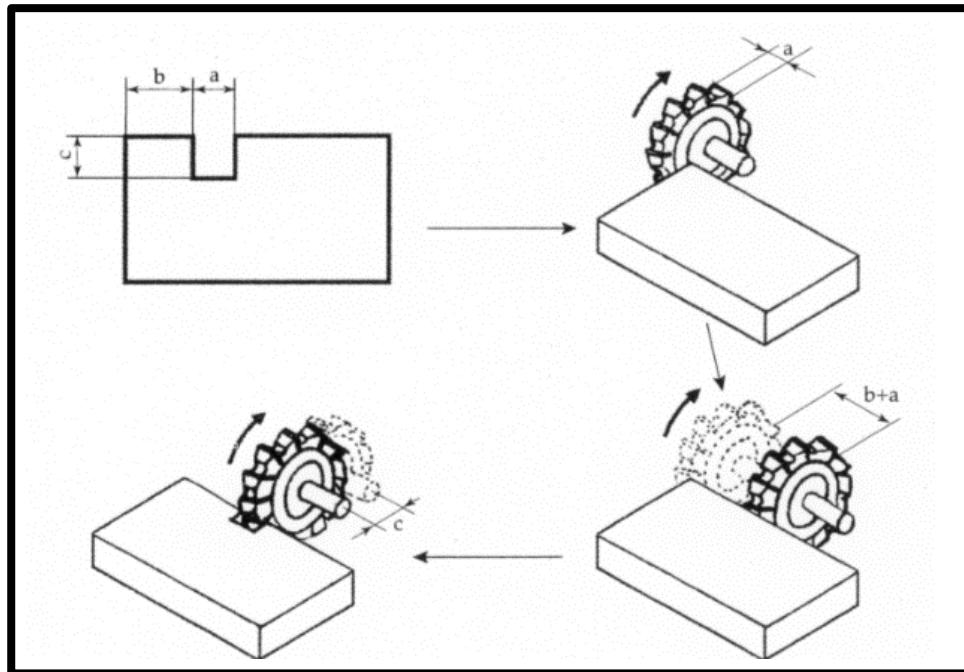


Fig. 73 – Fresatura e corrispondente quotatura di una scanalatura

Alle tre quote così realizzate corrispondono tre quote di controllo tra loro indipendenti (figura 74): 1) la misura della lunghezza della cava, effettuata usando i becchi per interni del calibro a corsoio; 2) la posizione della cava, ottenuta utilizzando i becchi per esterni; 3) la profondità della cava, utilizzando l'astina per interni.

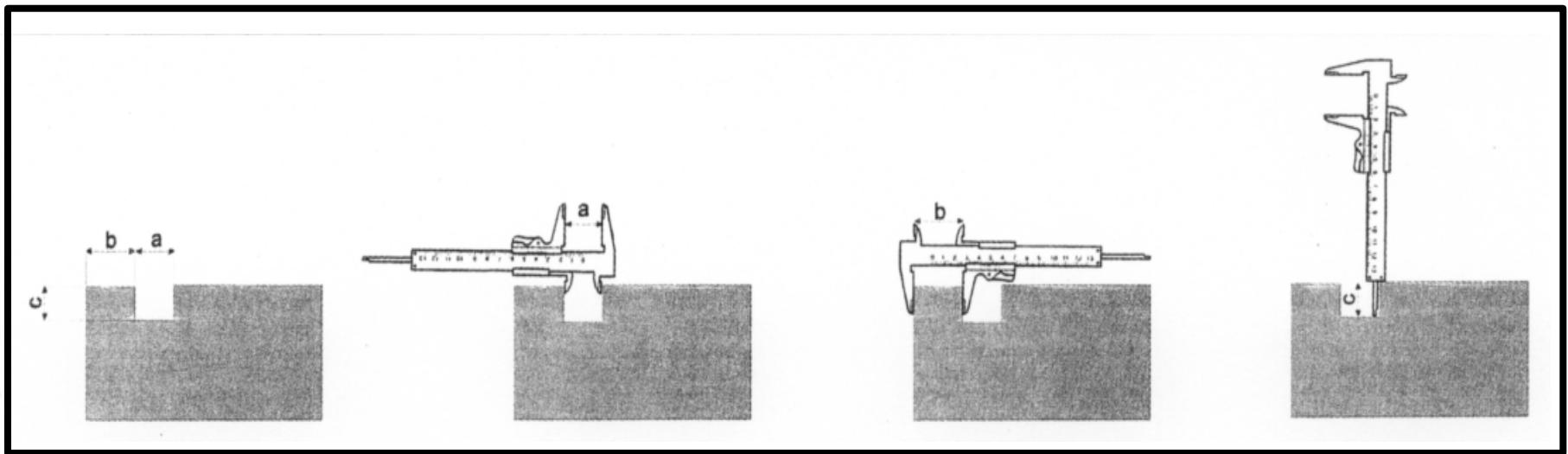


Fig. 74 – La quotatura di collaudo del pezzo di figura 73 corrisponde esattamente a quella tecnologica.

Foratura e Alesatura



Premessa sulla foratura

La **foratura** è una lavorazione ad asportazione di truciolo con la quale si praticano dei fori nel materiale (oppure si possono modificare la forma e le dimensioni dei fori stessi) mediante un utensile (**punta**); il pezzo è fisso, mentre l'utensile è animato dai seguenti movimenti:

- movimento di rotazione uniforme attorno al suo asse (movimento di lavoro);
- movimento di traslazione verticale secondo il suo asse (movimento di avanzamento o di alimentazione).

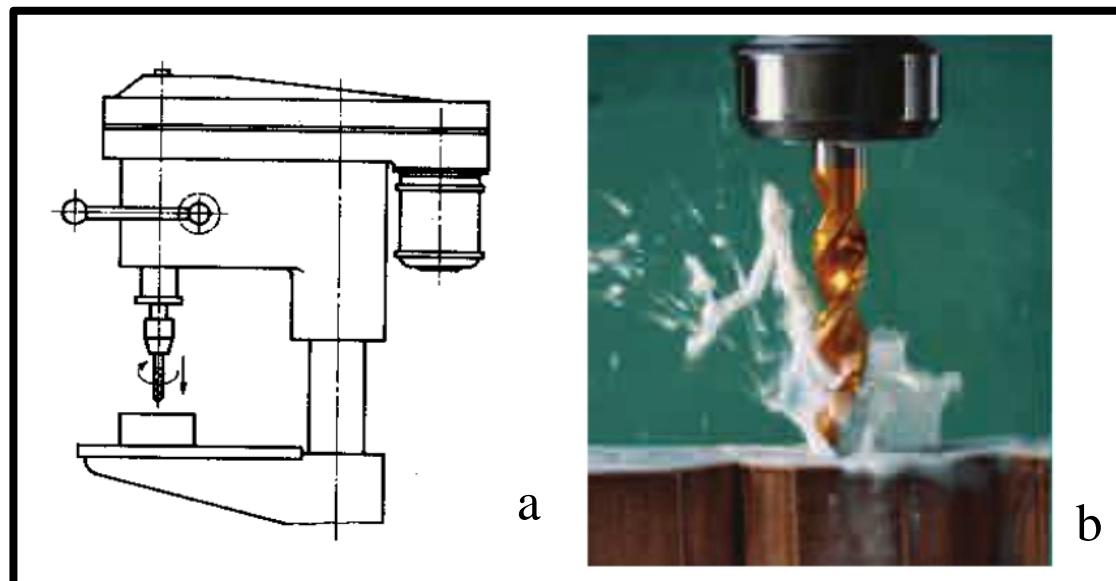


Fig. 75 - a) schema elementare dei movimenti; b) operazione di foratura

Premessa sull'alesatura

Con **alesatura** si indica la finitura di un foro, cilindrico e conico, eseguito con una precedente operazione di foratura, attraverso l'asportazione di un leggero sovrametallo, in modo da ottenere elevata precisione dimensionale, geometrica e buona finitura superficiale. Poiché con la foratura si produce di solito un foro maggiore del diametro nominale della punta (mediamente attorno all'1%), quasi sempre dopo la foratura si richiede l'impiego degli alesatori.

Le macchine utilizzate (**alesatrici**) di cui si riporta un esempio in figura 76 sono di conseguenza macchine di grande precisione e flessibilità, sulle quali si possono eseguire altre operazioni oltre a quelle di alesatura (foratura, fresatura, filettatura ecc...).

Fig. 76 – alesatrice orizzontale



Caratteristiche della foratura

I procedimenti di foratura possono essere classificati come in figura 77:

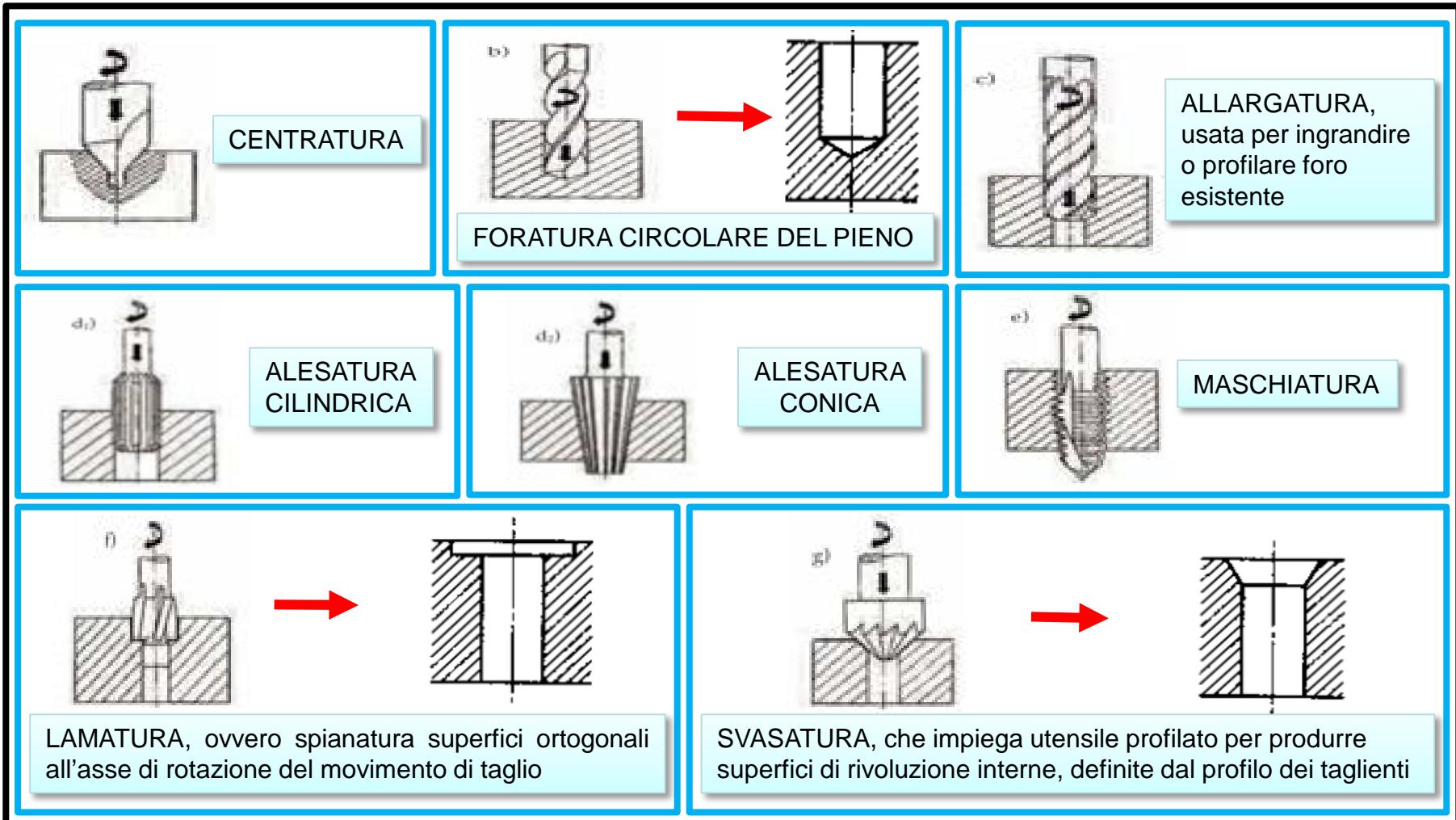


Fig. 77 – Principali procedimenti per la lavorazione dei fori

Spesso il disegno di organi meccanici prevede l'operazione di foratura; i fori vengono eseguiti con una punta elicoidale, che per l'acciaio prevede un angolo tra i taglienti di circa 180° che ha contemporaneamente il movimento di taglio e di avanzamento. Per l'esecuzione di fori passanti non ci sono problemi mentre nel caso di **fori ciechi** la punta elicoidale lascia un'impronta relativa al cono terminale che verrà rappresentata, convenzionalmente, a 120° . Osservando la figura 78 si nota come **la punta trasla di una distanza pari ad H , che rappresenta la corsa effettiva dell'utensile ed è quindi una quota tecnologica**; il foro cieco risultante è formato da una parte cilindrica e da un'estremità conica dovuta alla forma della punta.

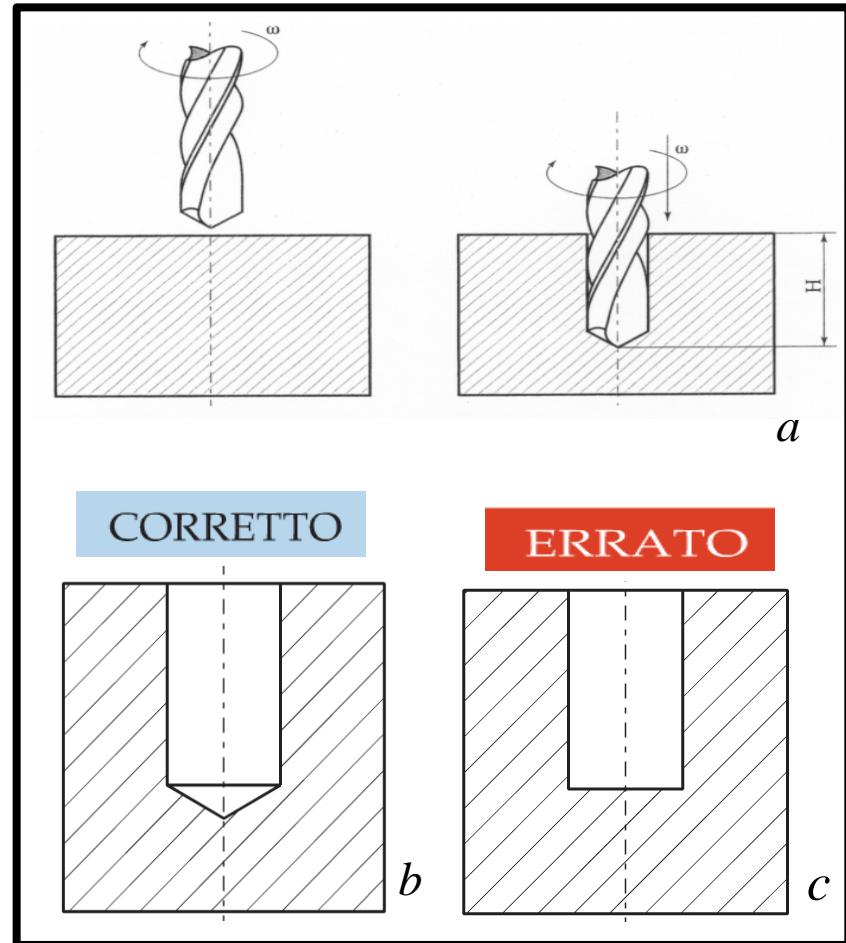


Fig. 78 – a) operazione di foratura di un foro cieco; b) rappresentazione con impronta terminale corretta; c) esecuzione praticamente impossibile.

Sempre per quanto riguarda il disegno di organi meccanici nell'operazione di foratura, è necessario evitare per quanto possibile i fori ciechi, poiché il foro passante richiede meno tempo per i controlli e nel collegamento con spine cilindriche o coniche consente un agevole scarico dei trucioli sia durante la foratura che nella successiva alesatura (figura 79).

Nell'operazione di foratura, è necessario che la superficie del pezzo risulti perpendicolare all'asse dell'utensile per evitare deviazioni; per questo motivo, nei pezzi ricavati per fusione, nella zona del foro viene ricavata una borchia (figura 80a) o una incassatura (figura 80b).

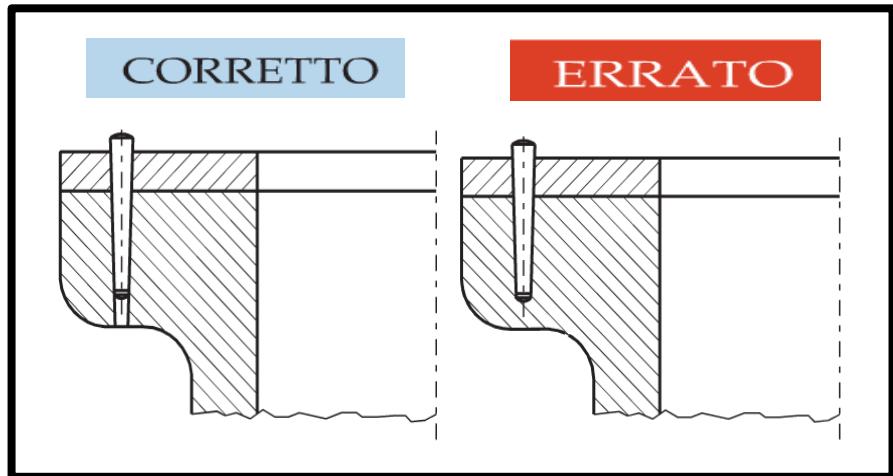


Fig. 79

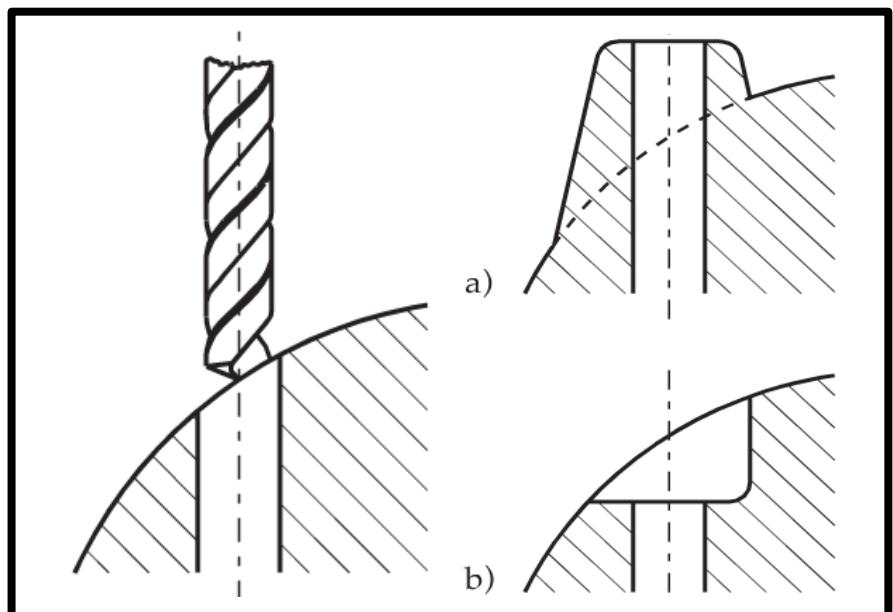


Fig. 80

Dal punto di vista del collaudo, è abbastanza incerta la determinazione della quota H con l'uso dell'astina in quanto non è possibile individuare il vertice del tratto conico, e quindi si preferisce la quotatura della lunghezza h , cioè della lunghezza della parte cilindrica (figura 81).

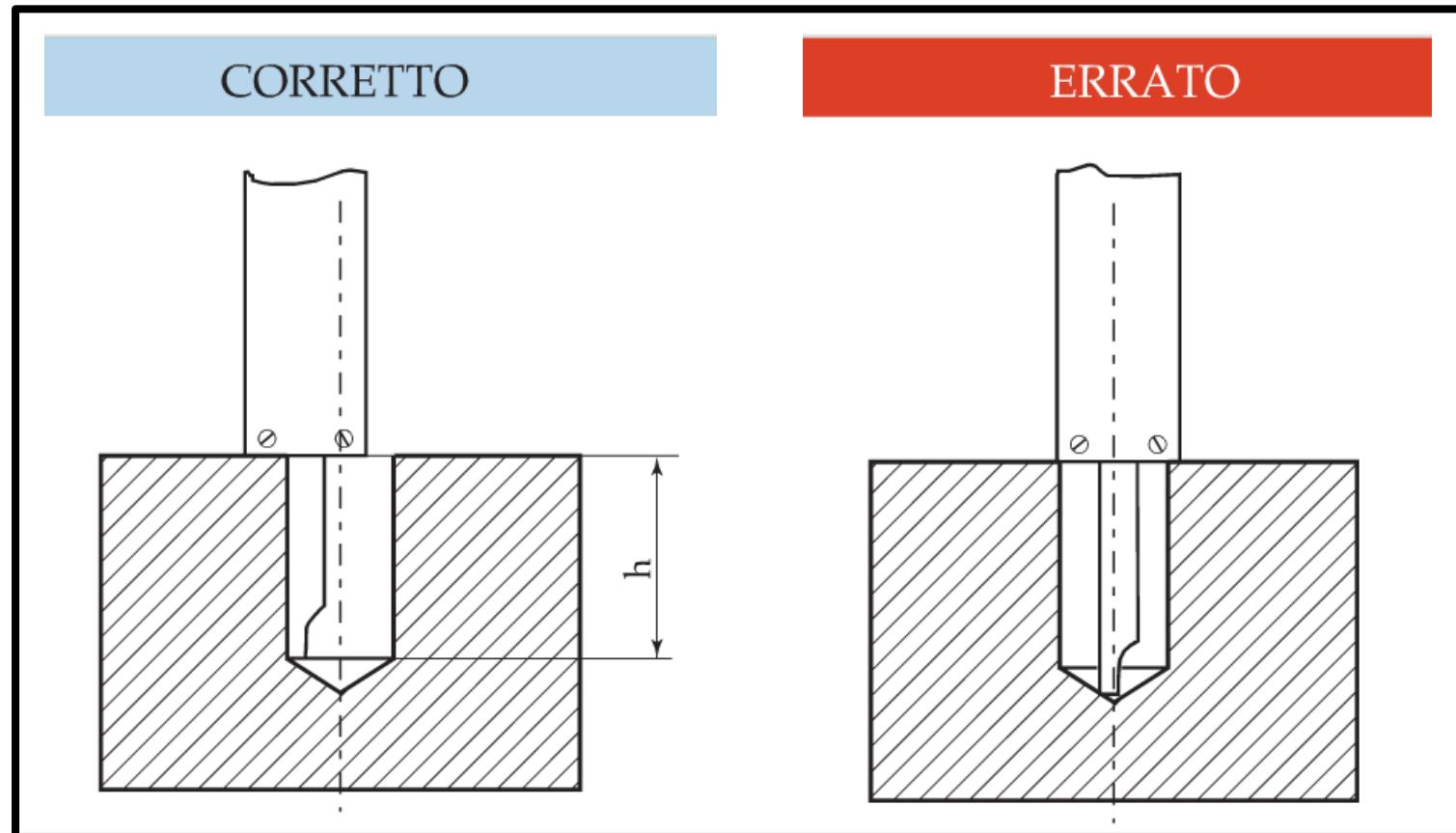


Fig. 81 – Controllo e quotatura di un foro cieco

Quando in un pezzo vengono eseguiti più fori, è necessario **quotare gli interassi** o le **distanze degli assi da un riferimento comune** in modo che la punta del trapano possa essere portata nella posizione del centro del foro e forare (la figura 82 mostra un esempio di quotature errate di posizioni di fori).

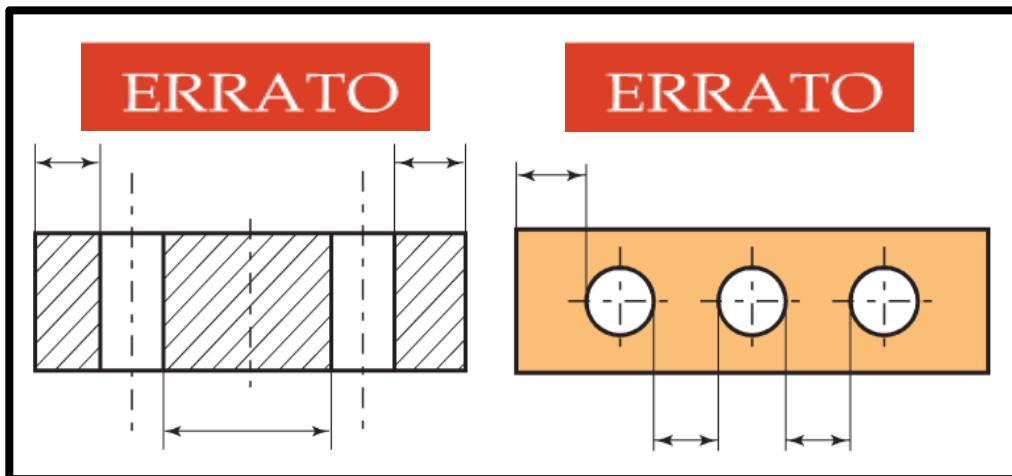


Fig.82 – Quotature errate di posizioni di fori

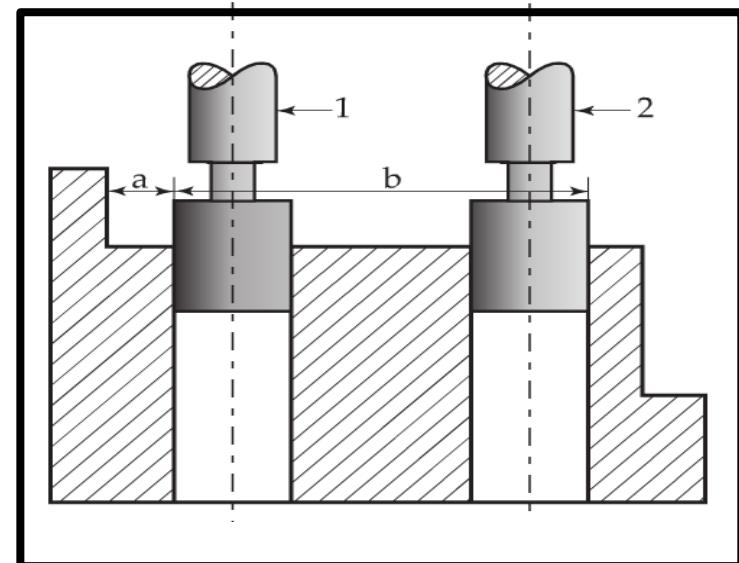


Fig. 83 – Controllo dell'interasse dei fori mediante tamponi

Dal punto di vista del controllo, una volta eseguito il foro, il centro non è più reperibile e quindi per il collaudo dell'interasse si deve ricorrere ad una misura indiretta, facendo uso di tamponi (figura 83). Si esegue così il controllo della quota b dalla quale bisogna togliere la somma dei raggi dei tamponi.

LAVORAZIONE DELLE LAMIERE

Premessa

La **lamiera** viene prodotta attraverso un *processo di laminazione* e viene successivamente confezionata in **coil** di vario spessore e larghezza per agevolarne il trasporto.

Una volta giunto negli stabilimenti di lavorazione, il coil viene spianato per poterlo trasportare e viene tagliato in fogli di dimensioni rispondenti alle esigenze delle lavorazioni da eseguire.

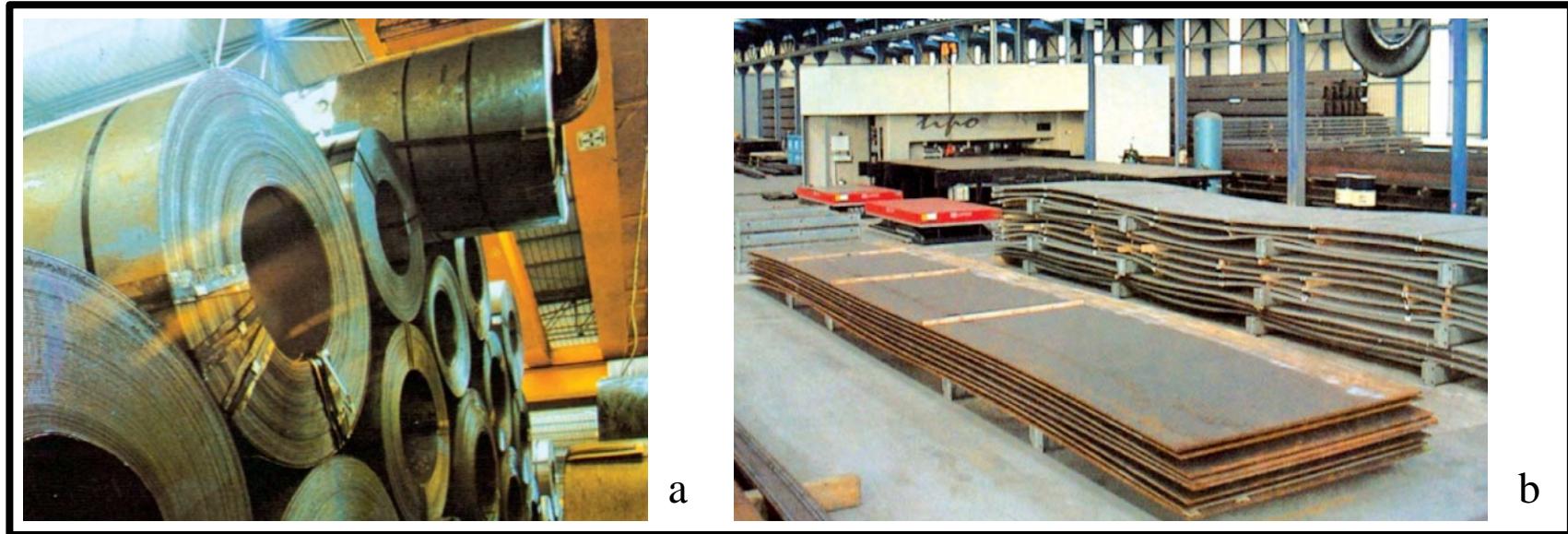


Fig. 84 - a) stoccaggio di coil; b) fogli di lamiera ricavati da coil precedentemente spianati e tagliati.

Cesoiatura

Il **taglio** è la prima operazione della fase di sagomatura della lamiera.

La tecnica tradizionale per il taglio della lamiera è la **cesoiatura**. A essa si sono però affiancate tecniche più recenti: *ossitaglio*, *taglio al plasma/laser*, *taglio a getto d'acqua (water jet)*.

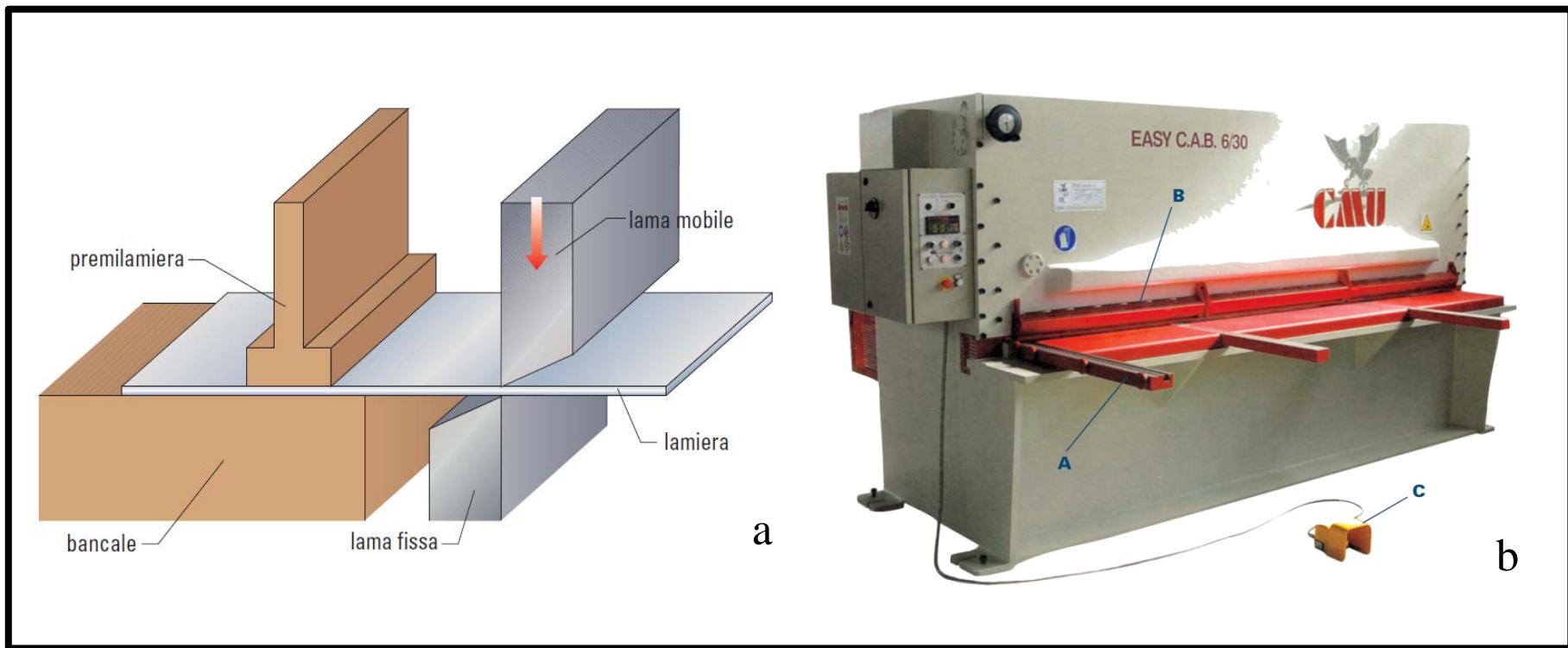


Fig. 85 - a) principio di funzionamento della cesoia; b) cesoia

Ossitaglio - Taglio con il plasma

Nel taglio delle lamiere alla cesoiatura si sono però affiancate tecniche più recenti quali: ossitaglio, taglio al plasma, taglio al laser, taglio a getto d'acqua (water jet).

L'ossitaglio sfrutta il calore di una fiamma prodotta da una miscela di ossigeno e acetilene. In figura 86a una macchina per ossitaglio che, durante la lavorazione, funziona con le lamiere immerse in acqua per abbattere i fumi prodotti dalla lavorazione stessa.

Le lavorazioni con il plasma utilizzano un getto di gas ionizzato. Le principali caratteristiche del taglio al plasma consistono nell'essere un sistema molto versatile, tanto da essere impiegato per vari tipi di materiali, compresi i metalli non ferrosi. In figura 86b una macchina per lavorazione al plasma.

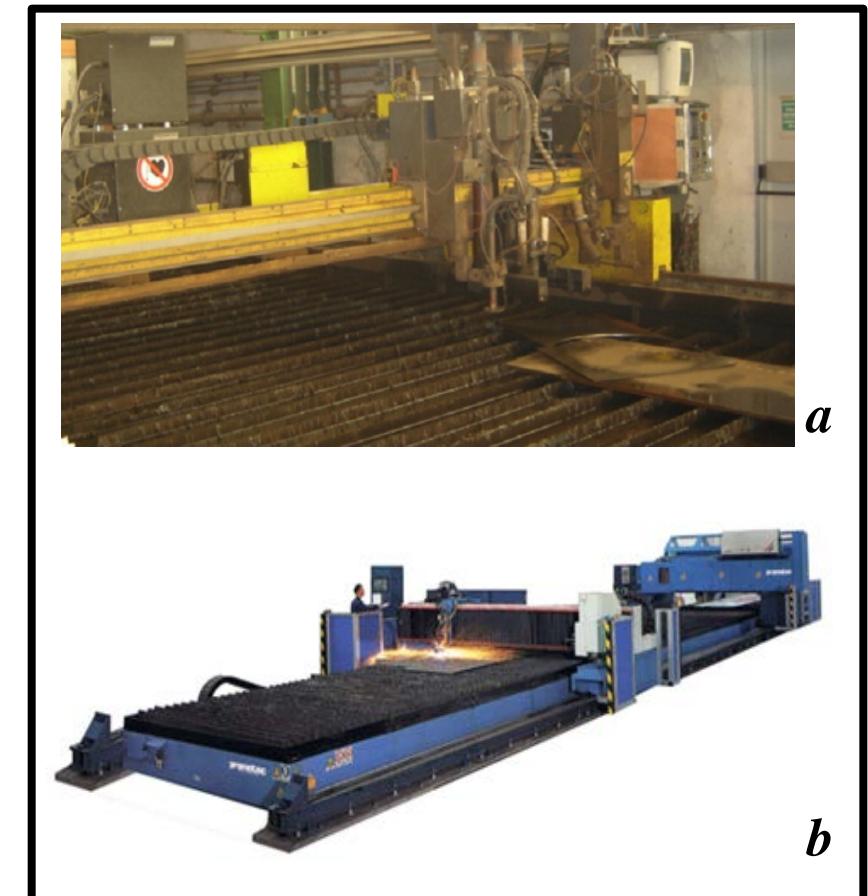


Fig. 86

Taglio al laser – Taglio a getto d'acqua (water-jet cut)

Il **taglio al laser** consente di operare con grande precisione e notevole velocità di taglio. Grazie all'elevata temperatura raggiunta dalla luce è possibile tagliare lamiere con spessori fino a 20 mm (figura 87).



Fig. 88 - Impianto multitesta per il taglio a getto d'acqua



Fig. 87 - Apparecchiatura per il taglio automatico con raggio laser

Il **taglio a getto d'acqua** è ottenuto proiettando sul materiale da tagliare un sottilissimo getto d'acqua, o idrogetto (circa 0,1 mm di diametro).

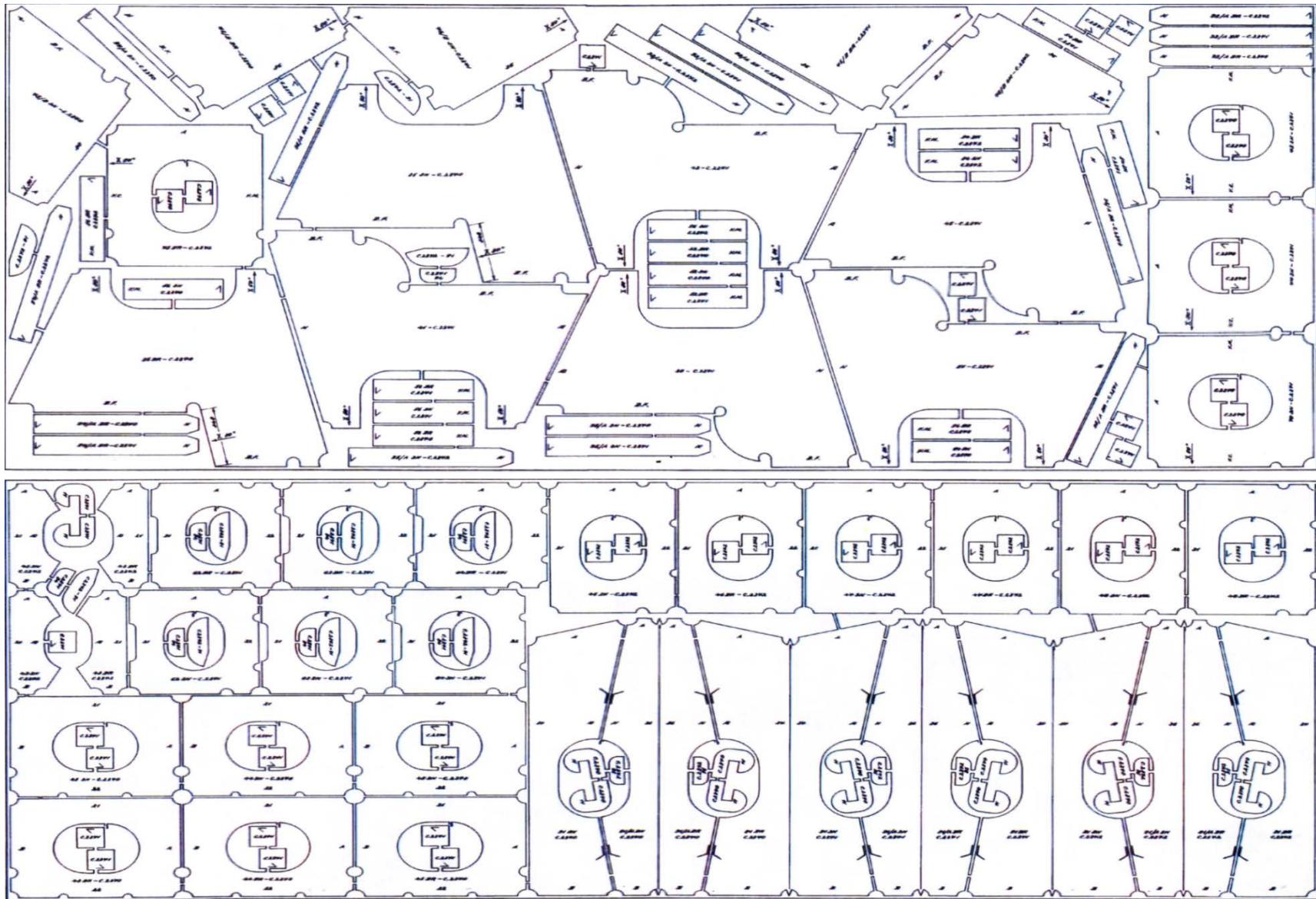


Fig. 89 – Esempi di parti di nave ricavati con il taglio laser da fogli di lamiera

Imbutitura

L'imbutitura è la più importante delle lavorazioni delle lamiere in quanto consente di realizzare forme cave allungate a partire da una lamiera piana.

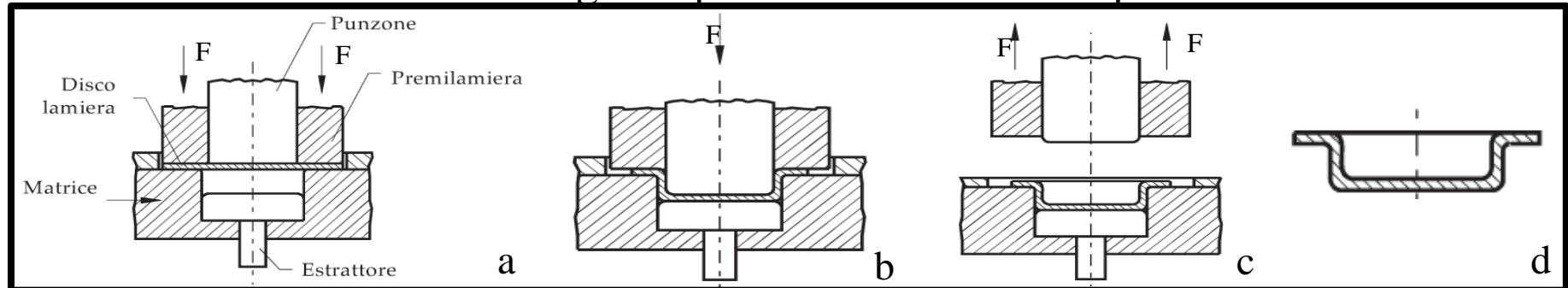


Fig. 90 - Sequenza delle operazioni di imbutitura: a) disco di lamiera collocato nella matrice; b) il punzone comprime il disco; c) il punzone si solleva; d) pezzo imbutito

Piegatura

La piegatura è un processo molto semplice che si esegue attraverso macchine (piegatrici) in cui una lamiera è premuta tra un punzone ed una matrice.

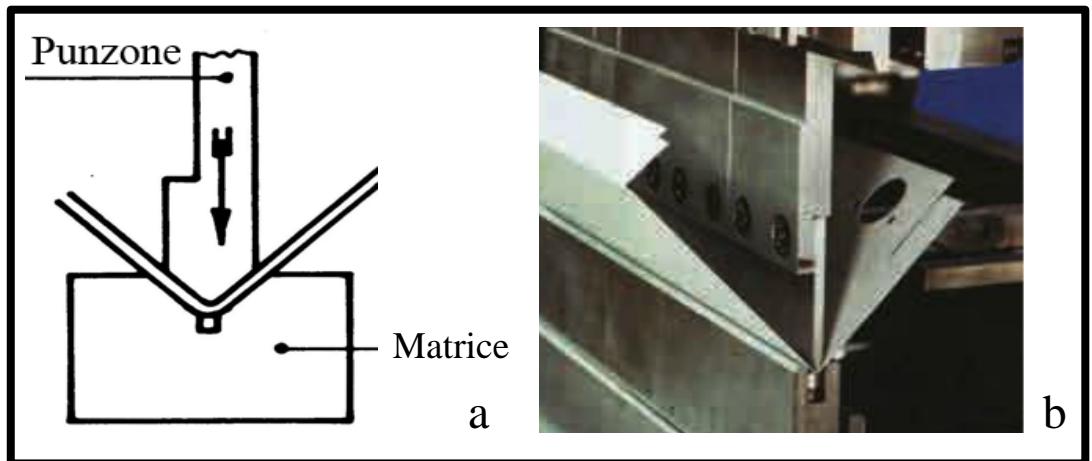


Fig. 91 - a) processo di piegatura; b) piegatrice

Calandratura

La calandratura è un'operazione di piegatura di lamiere e di profili metallici e si esegue con la macchina utensile chiamata **calandra**, costituita da cilindri rotanti, in acciaio o ghisa, fra i quali viene fatto passare il materiale da lavorare (figura 92a). Le calandre possono essere dotate di tre o quattro rulli ad assi paralleli disposti in modo tale che il foglio di lamiera, per passare tra di essi, segua una traiettoria circolare, il cui raggio di curvatura si regola agendo sulla posizione reciproca dei rulli (figure 92b e 92c): si ottengono così forme cilindriche cave prive di fondi e di grande diametro.

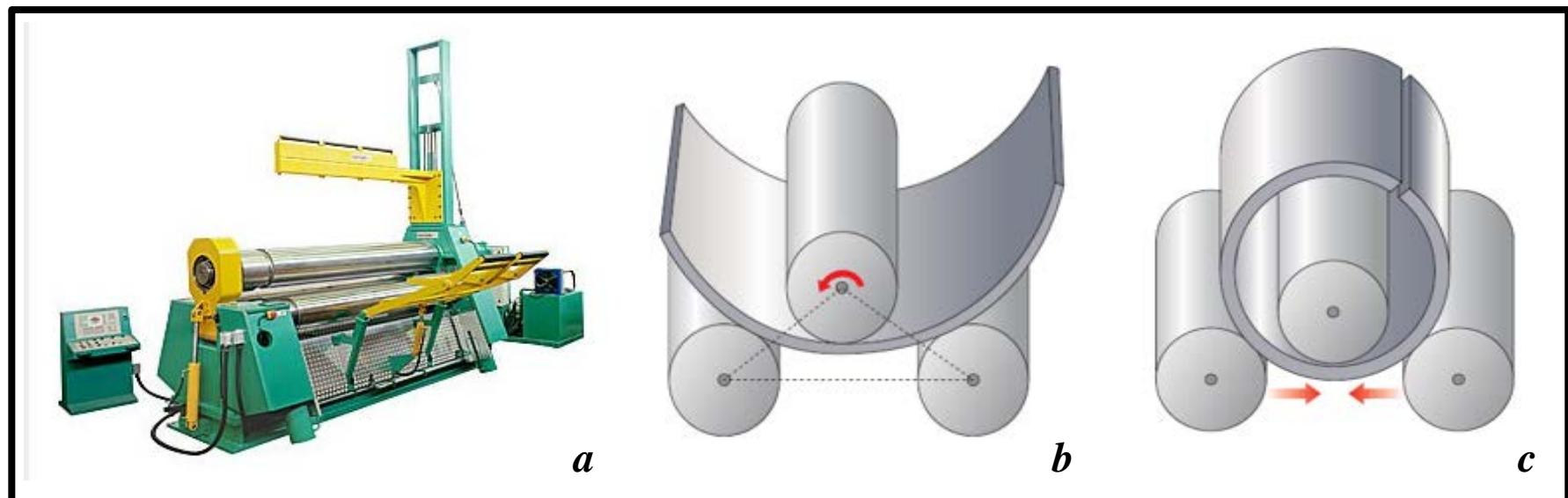
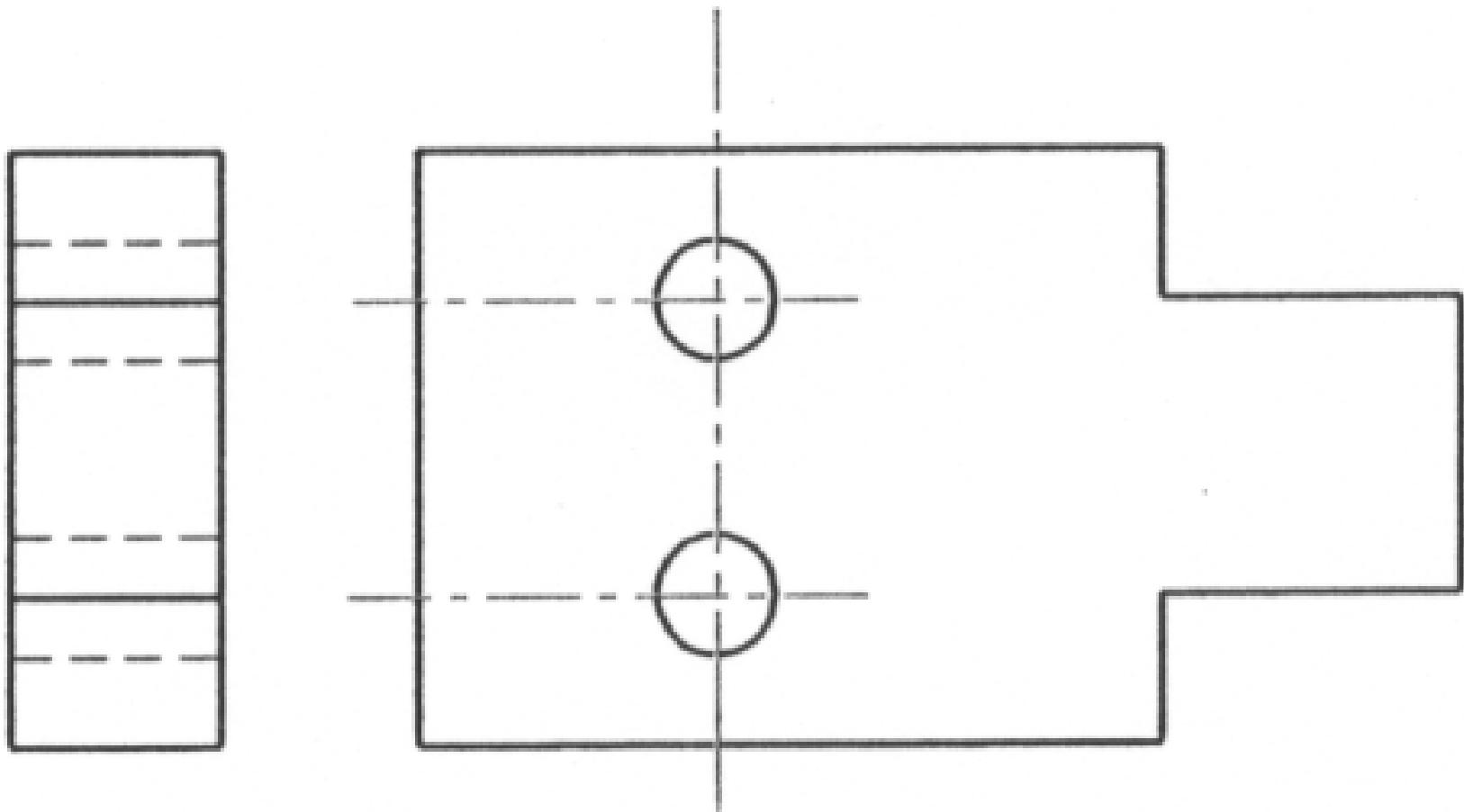


Fig. 92 - a) calandra; b), c) schema di regolazione dei rulli.

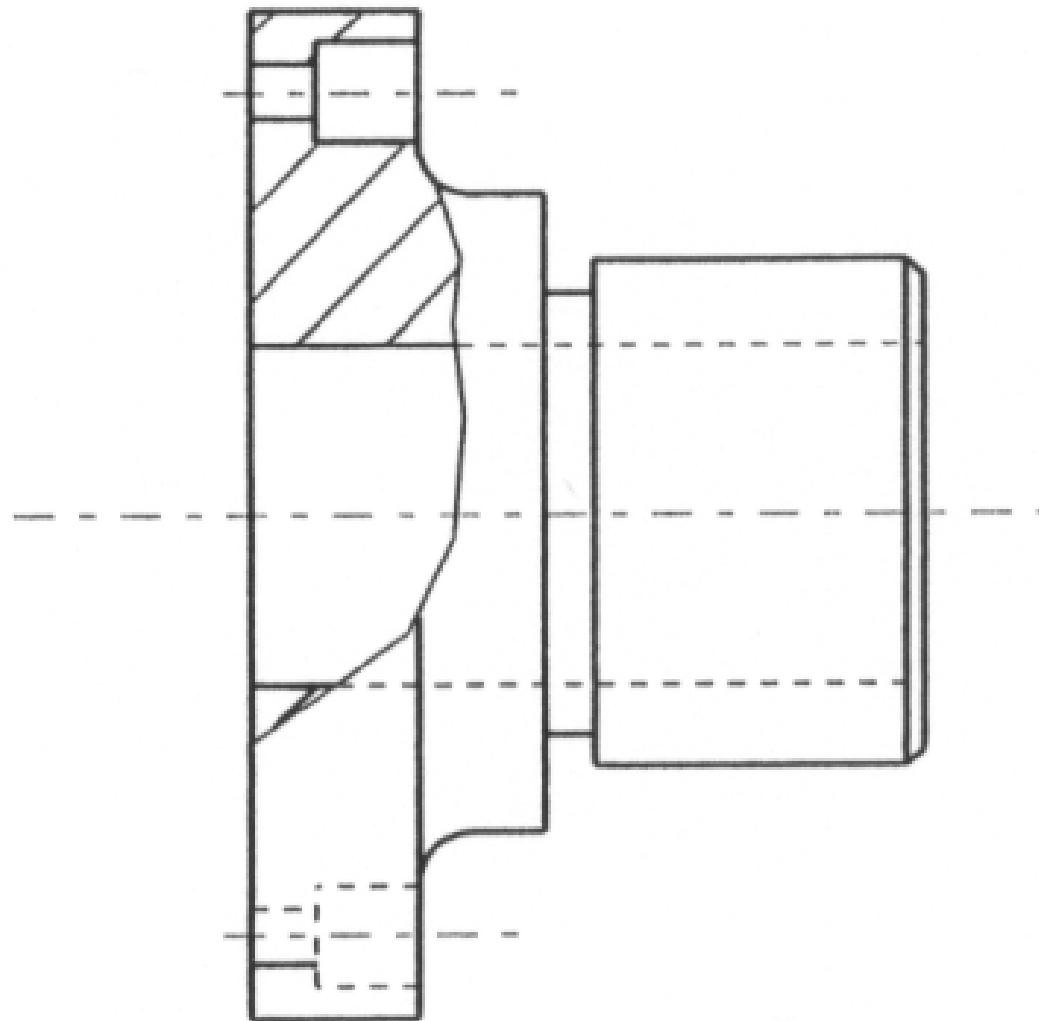
Esercizi di quotatura facoltativi

(quotare i pezzi rappresentati in scala 1:1)

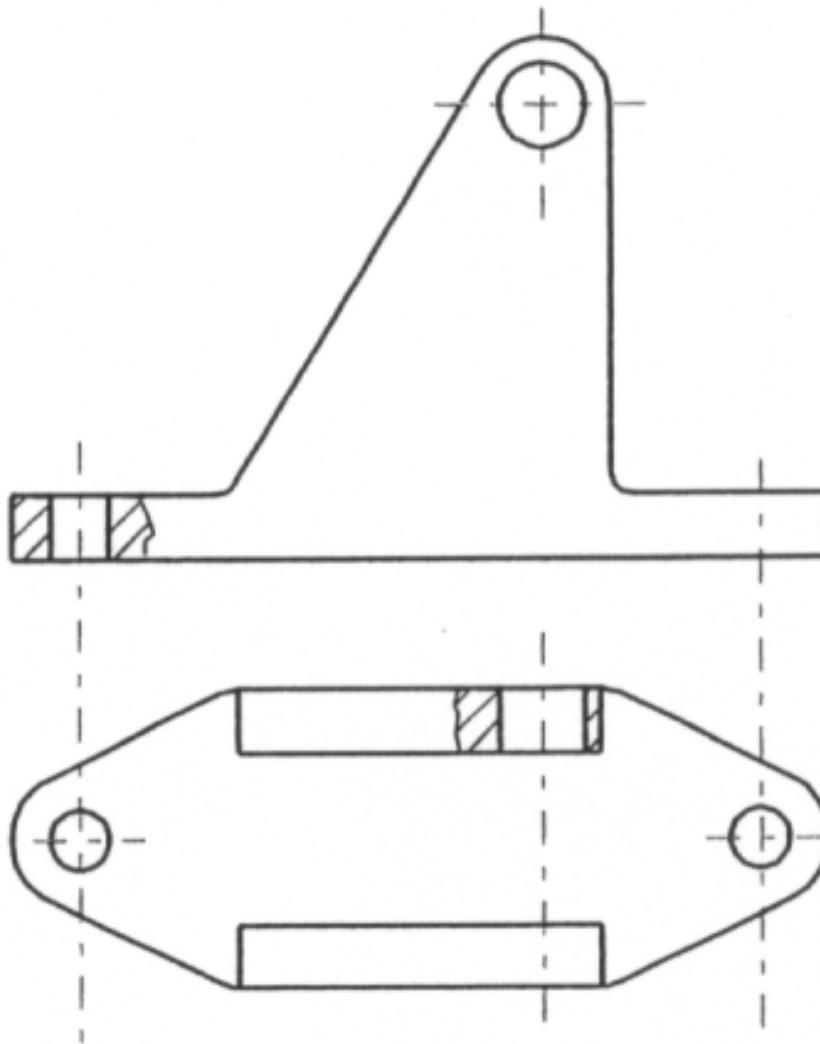
1. Quotare i pezzi, rappresentati in scala 1:1.



2. Quotare i pezzi, rappresentati in scala 1:1.



3. Quotare i pezzi, rappresentati in scala 1:1.



Appendice 1

- Quotatura di profilati
- Quotatura di quadrati
- Quotatura con simboli
- Quotatura di spessori
- Conicità
- Rastremazione
- Inclinazione
- Quotatura di complessivi
- Quotatura di elementi uguali

Quotatura di profilati

I profilati metallici sono elementi per i quali esiste una unificazione che ne stabilisce i simboli caratteristici e la serie di dimensioni che li definiscono. La norma UNI EN ISO 5261 raccoglie indicazioni relative alle barre di diversa sezione ed ai più comuni profili (tabelle 3 e 4).

La loro quotatura è allora fatta molto semplicemente con queste indicazioni: simbolo, dimensioni, caratteristiche e lunghezza (figura 1).

NOME DEL PROFILATO	DESIGNAZIONE	
	SIMBOLO GRAFICO	SIMBOLO ALFABETICO ALTERNATIVO
Angolare	L	L
Profilato a T	T	T
Profilato a doppio T ad ali corte (a I)	I	I
Profilato a doppio T ad ali larghe (a H)	H	H
Profilato a C	C	U
Profilato a Z	Z	Z
Rotaia	I	

Tab. 3

NOME DEL PROFILATO, TUBO O BARRA	DIMENSIONI	DESIGNAZIONE	
		SIMBOLO GRAFICO	DIMENS. PER LA DEFINIZ. COMPLETA
Sezione circolare piena (barra tonda)			d
Tubo			d × t
Sezione quadrata piena (barra quadrata)			b
Tubo a sezione quadrata			b × t

Tab. 4

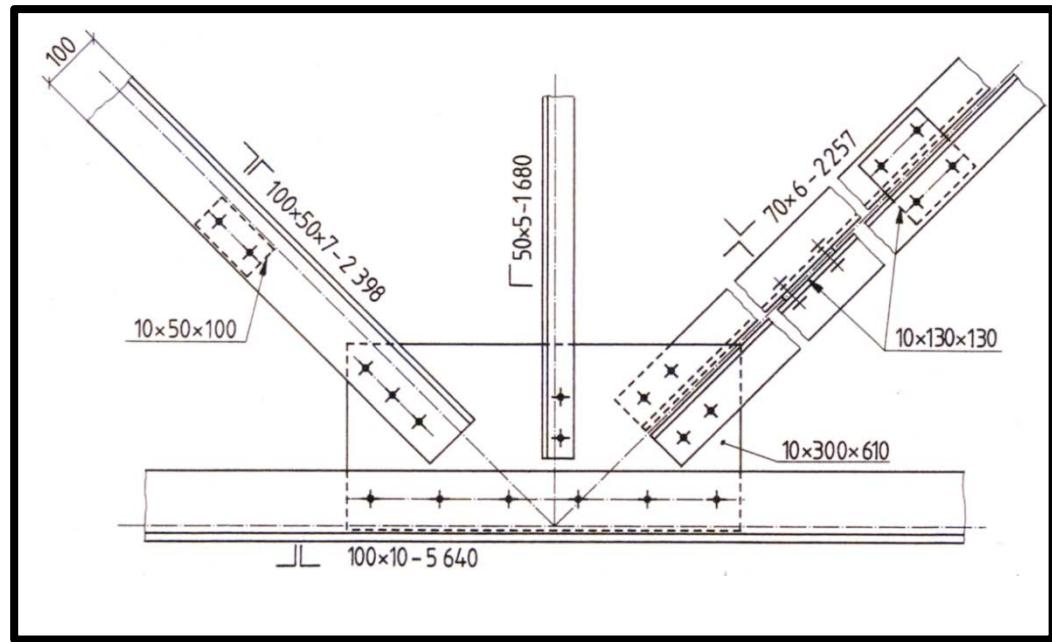


Fig. 1 - Esempio di disegno di una struttura metallica realizzata con profilati angolari ad L con i lati uguali

Quotatura di quadri

Per quotare elementi a sezione quadrata si usa il **simbolo** \square (quadro) posto prima della dimensione del lato (figura 2a). Tale simbolo è omesso se risulta chiaramente che trattasi di una figura quadrata (figura 2 b e c).

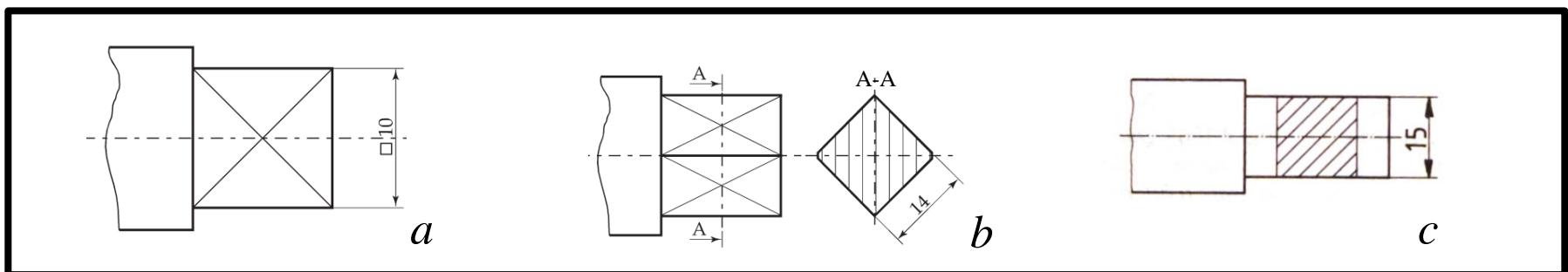


Fig. 2 – Quotatura di un quadro; a)vista frontale; b) sezione; c) ribaltamento in loco

Quotatura con simboli

La quotatura di fori può essere fatta anche riportando di seguito all'indicazione del diametro la misura della profondità, preceduta dal relativo simbolo.

Esistono simboli utilizzabili anche per lamatura e svasatura (tabella 6),

Tab. 6

Tab. V. SIMBOLI COMPLEMENTARI DI QUOTATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICATO
\emptyset	diametro
R	raggio
$S\emptyset$	diametro sferico
SR	raggio sferico
\smile	lunghezza di arco
\square	lamatura
\checkmark	svasatura
t =	spessore di oggetto sottile
\square	sezione quadrata
C	smusso
∇	profondità (lunghezza) di foro

La quotatura di fori può essere fatta anche riportando di seguito all'indicazione del diametro la misura della profondità, preceduta dal simbolo ∇ (figura 3a); se si tratta di una lamatura o di una cavità cilindrica a fondo piano il simbolo è \square (Figura 3a); una svasatura può essere indicata con il simbolo \vee seguito dalla misura del diametro maggiore e dell'angolo di svasatura (figura 3b).

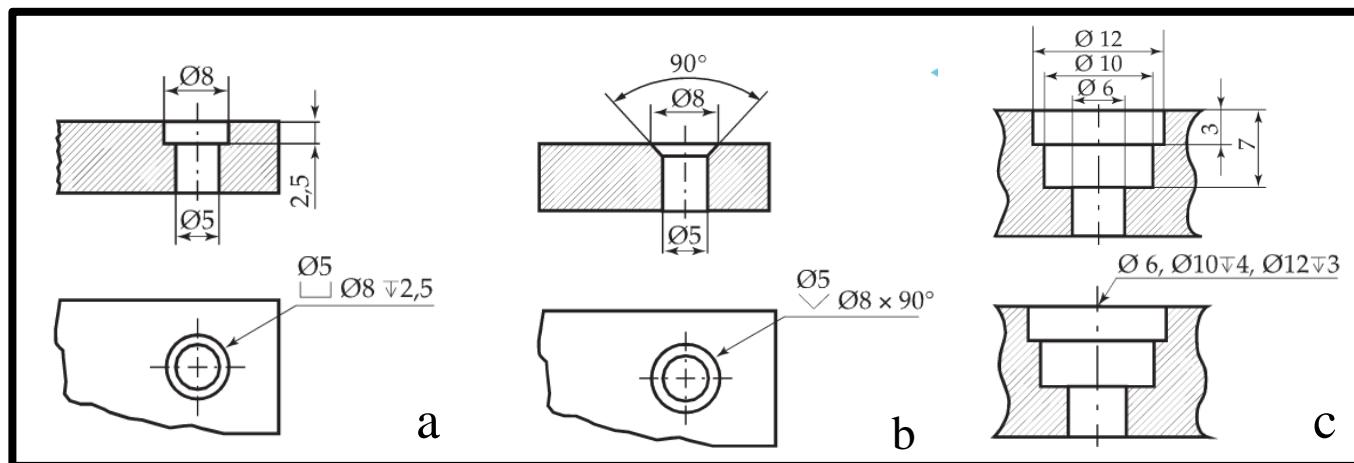


Fig. 3
a) *Lamatura*;
b) *Svasatura*;
c) *lamature con diversi diametri e profondità*

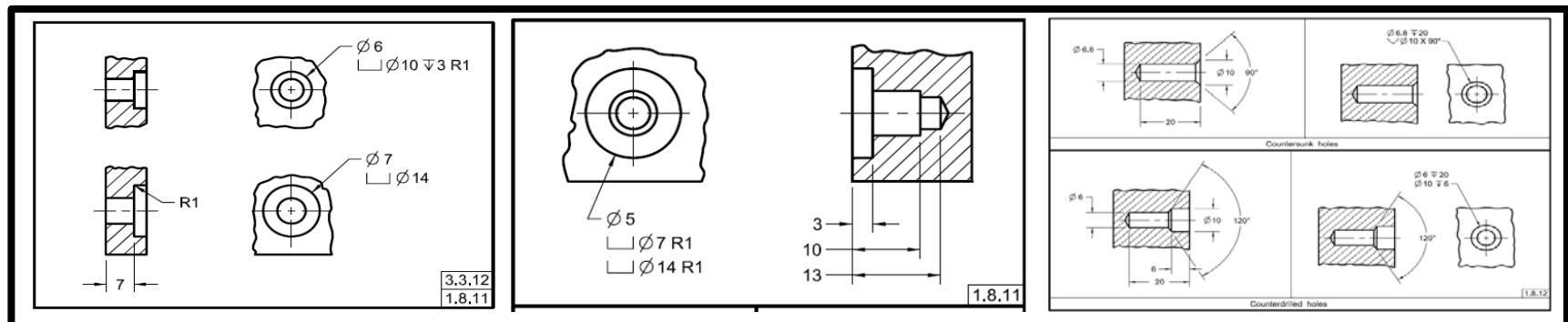


Fig. 4 - Altri esempi di quotatura con simboli secondo le norme ASME Y 14.5 2009

Conicità – Definizione e quotatura

Si definisce conicità C il rapporto tra la differenza tra i diametri D e d di due sezioni di un cono distanti L e la distanza L stessa fra queste due sezioni misurata in senso assiale; diventa quindi una grandezza adimensionale (Formula A). La conicità può essere espressa in due modi:

- rendendo uguale all'unità il numeratore (Formula B); **in questo modo (preferibile)** si esprime la conicità indicando per quale la lunghezza L lungo l'asse del cono si riscontra una variazione di diametro uguale a 1 mm;
- trasformando la frazione (Formula C) in modo che il denominatore sia uguale a 100, dove p è dato dalla formula D.

$$A \quad C = \frac{D - d}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$B \quad C = \frac{D - d}{L} = \frac{1}{K}$$

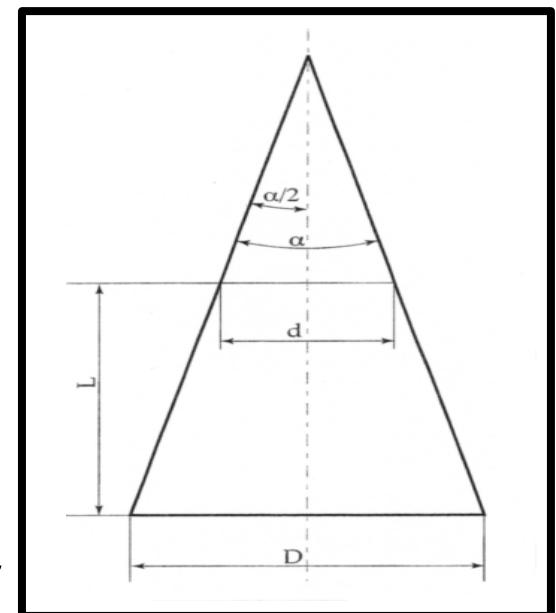
$$C \quad C = \frac{D - d}{L} = \frac{p}{100} = p\%$$

$$D \quad p = \frac{1}{K} \cdot 100$$

Riassumendo, quindi:

$$C = \frac{D - d}{L} = \frac{1}{K} = p\% = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Fig. 5



I valori di conicità per applicazioni meccaniche con specificato i campi di applicazione sono indicati nella norma UNI EN ISO 1119 (tabella 7a); i valori di conicità di impiego comune, preferibilmente tratti dalla serie 1, sono riportati in tabella 7b.

In Fig. 6a il diametro 43 è messo tra parentesi perché non necessario per definire la conicità.

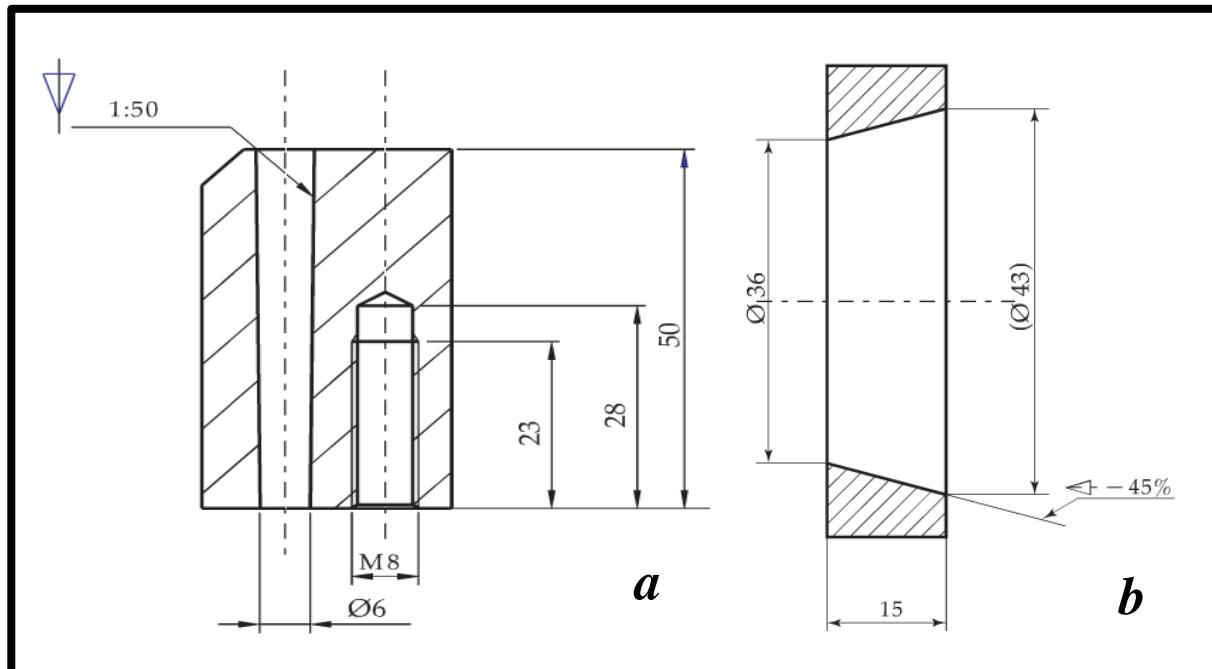


Fig. 6 - Esempi di indicazione della conicità in pezzi meccanici.

VALORI NOMINALI		
SERIE 1	SERIE 2	
120°		
90°		75°
60°		
45°		
30°		
1:3		
	1:4	
1:5		
	1:6	
	1:7	
	1:8	
1:10		
	1:12	
	1:15	
1:20		
	1:30	
1:50		
1:100		
1:200		
1:500		

UTILIZZO	1/K	α
svasature	-	120°
teste e sedi viti	-	90°
teste di chiodi	-	75°
coni ritegno molle valvole	1/3	-
coni di calettamento, innesti	1/5	-
rubinetteria	1/6	-
attacco morsetti batterie (rif. UNEL)	1/9	-
estremità d'albero	1/10	-
bussole di trazione, cuscinetti	1/12	-
coni metrici fissaggio utensili	1/20	-
coni metrici fissaggio utensili	(1/30)	-
spine coniche	1/50	-

Tab. 7

Secondo la UNI ISO 3040 l'indicazione della conicità sui disegni meccanici deve essere fatta utilizzando l'apposito simbolo (indicato nelle sue dimensioni in figura 7) orientato nello stesso senso della conicità.

Dopo questo simbolo si scrive il valore della conicità espresso in $1/K$ (➤ 1:5) o, se richiesto per ragioni particolari, il valore espresso in $p\%$ (➤ 20%).

Oltre al valore della conicità, è necessario dare i valori di D e L (figura 8a) oppure di d e L (figura 8b).

L'indicazione della conicità può anche essere fatta dando i valori delle quote occorrenti D , d e L (figura 8c) o quotando l'angolo α e dando D e L , oppure d_1 e L_1 (figura 8d).

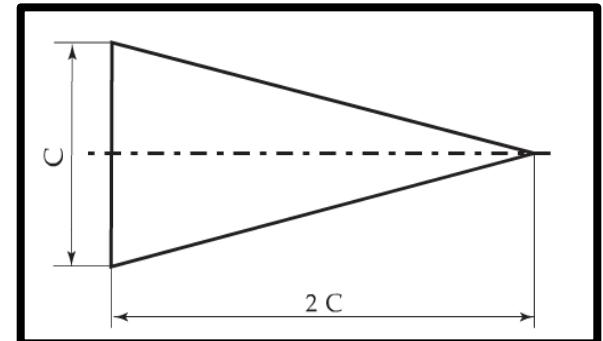


Fig. 7 – Simbolo indicante la conicità

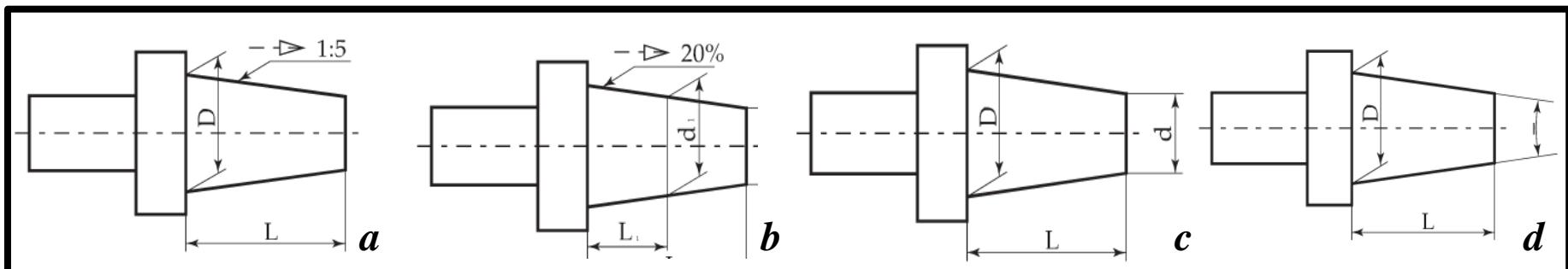


Fig. 8 – quattro modi distinti per indicare la conicità su un disegno.

Rastremazione – Definizione e quotatura

Si definisce **rastremazione** il rapporto tra la differenza delle dimensioni S e s di due sezioni di una piramide o tronco di piramide (a base quadrata o poligonale) e la distanza L fra queste due sezioni. Il suo significato e le sue espressioni sono del tutto analoghe a quanto visto per la conicità e anche qui si può scrivere (figura 9):

$$\text{Rastremazione} = (S - s) / L = \mathbf{1 : K} = 2 \operatorname{tg}(\alpha / 2)$$

Sul disegno l'indicazione può essere fatta con la scritta:

“rastremazione 1:K”, e dando i valori di S ed L (figura 9) o di s (minuscolo) ed L .

L'indicazione di rastremazione può anche essere fatta dando i valori delle quote occorrenti S , s e L o quotando l'angolo α e dando S e L oppure s e L .

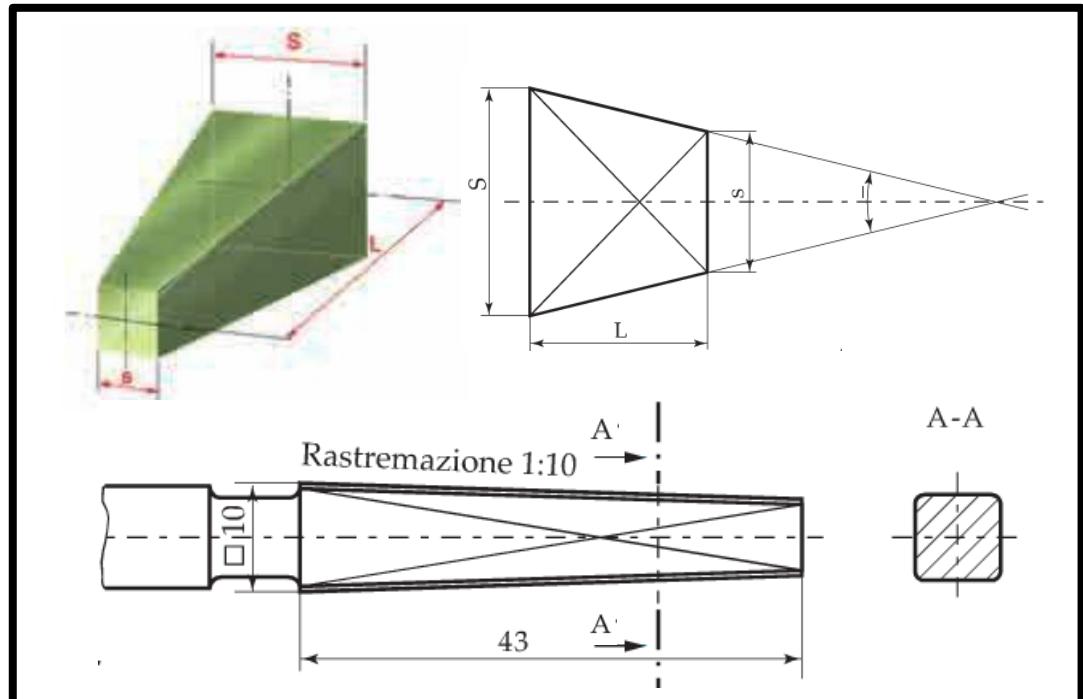


Fig. 9 – Quotatura di pezzi rastremati

Inclinazione – Definizione e quotatura

Si definisce **inclinazione** il rapporto fra la differenza delle dimensioni H e h (misurate perpendicolarmente ad una data direzione) in due punti di una superficie o di una linea, e la distanza L tra le posizioni in corrispondenza delle quali sono stati misurati i valori di H e h (figura 10) ed è definita tra una sola superficie (o linea) ed un piano (o linea) preso come riferimento:

$$\text{Inclinazione} = (H - h) / L = 1 : K = p \% = \tan \beta$$

L'inclinazione di un pezzo può essere quotata: **a)** utilizzando l'apposito simbolo di figura 11a, orientato opportunamente per indicare il senso dell'inclinazione e seguito dall'indicazione del valore (espresso in $1/K$ oppure $p \%$), oltre a *due* delle tre dimensioni H , h e L (figura 11b) oppure **b)** fornendo le quote relative alle dimensioni H , h e L o dando l'angolo β e le quote relative a *due* delle tre dimensioni H , h e L .

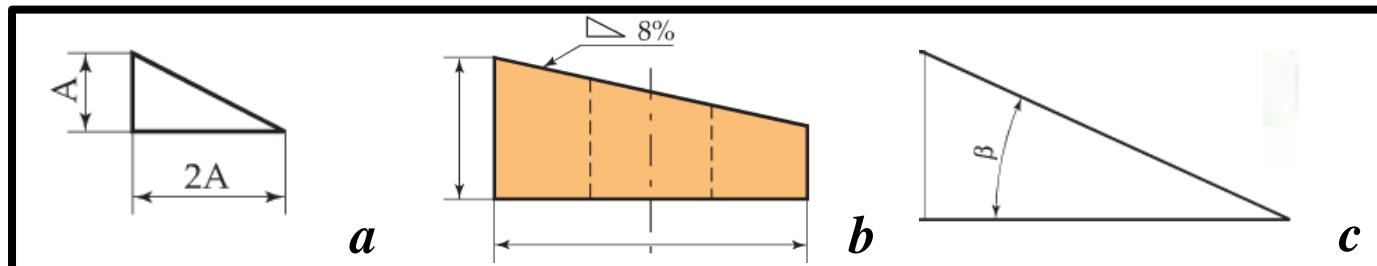


Fig. 10 – Inclinazione

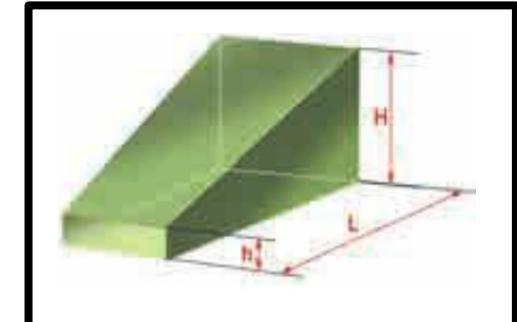


Fig. 11 – a) simbolo dell'inclinazione; b) esempio di quotatura; c) angolo dell'inclinazione

Quotatura dei complessivi

Un disegno di un complessivo definisce una macchina o un oggetto completo, composto da pezzi distinti, in modo da specificarne l'ingombro e si indicano solo le dimensioni principali o di posizione di alcune parti (figura 12)

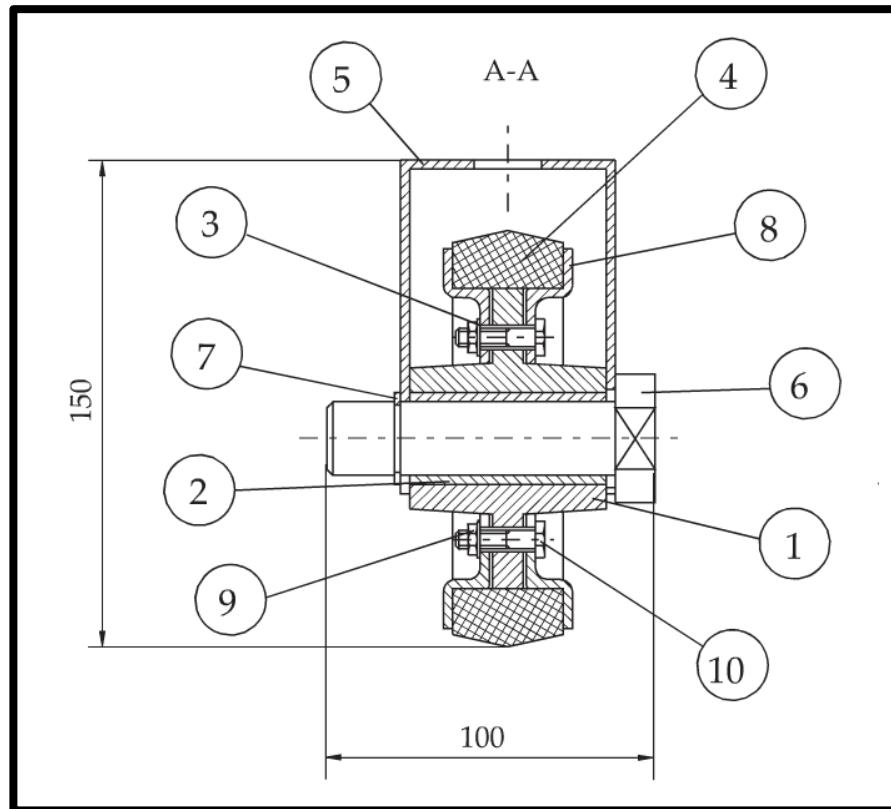


Fig.12

Quotatura di elementi uguali

- a) Quotando **una sola volta** elementi che appaiono **uguali** se ne conferma l'uguaglianza (figura 13a);
- b) **Quote successive, nominalmente uguali tra loro**, possono essere indicate, se non ha interesse il loro valore ma solo l'uguaglianza, con il segno = posto al di sopra della linea di misura (figura 13b);
- c) **Vari elementi ripetuti ed equidistanti** possono essere quotati indicando quante volte si ripete il passo, il valore del passo e la dimensione complessiva (figura 13c).

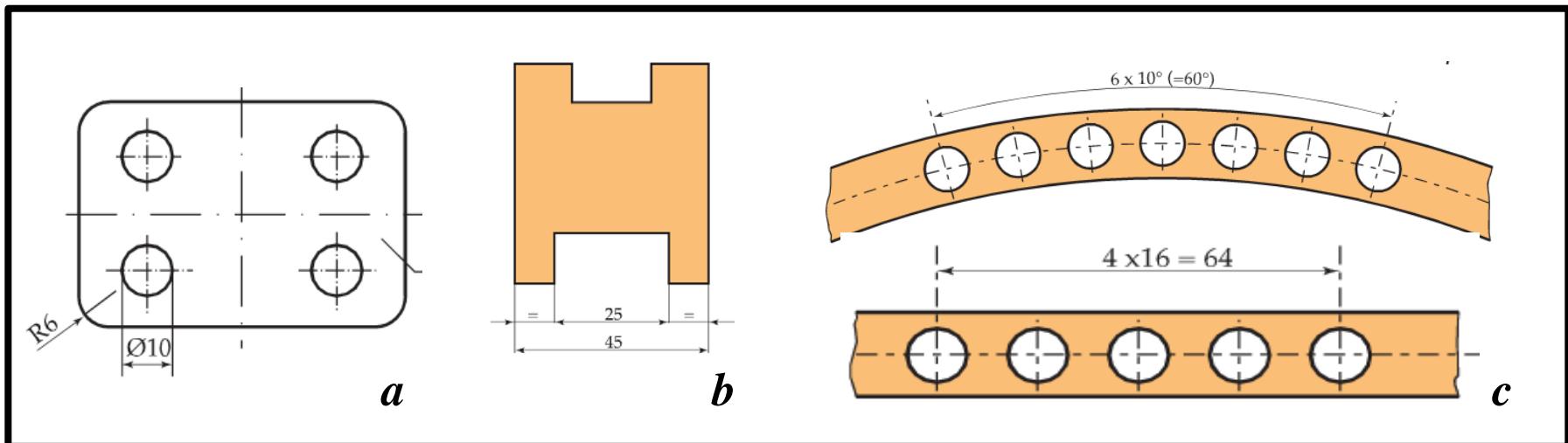


Fig. 13 - a) nel pezzo ci sono 4 raccordi R6 e 4 fori Ø10; b) Indicazione convenzionale di quote uguali; c) e d) quotatura di elementi ripetuti ed equidistanti

- d) Se il passo e il numero di ripetizione dei passi hanno valori simili, e ciò può dare origine ad errori di interpretazione, si quota anche un singolo passo (figura 14a), ed in genere è preferibile usare sempre questo metodo.**
- e) Quando si hanno più elementi regolarmente disposti** si può rappresentarne uno solo e indicarne il numero totale, come in figura 14b.
- f) Se si hanno elementi uguali che si ripetono sullo stesso disegno** (e se non fosse sufficientemente chiaro quotarne uno solo per tipo), si possono mettere delle **lettere di richiamo** su ciascun elemento e specificare separatamente le quote per ciascuna lettera (figura 14c).
- g) Se fori diversi sono disposti su una circonferenza a distanza angolare costante,** si deve quotare: 1) il diametro dei fori, 2) il passo angolare; 3) il diametro della circonferenza dei centri dei fori (figura 14d).

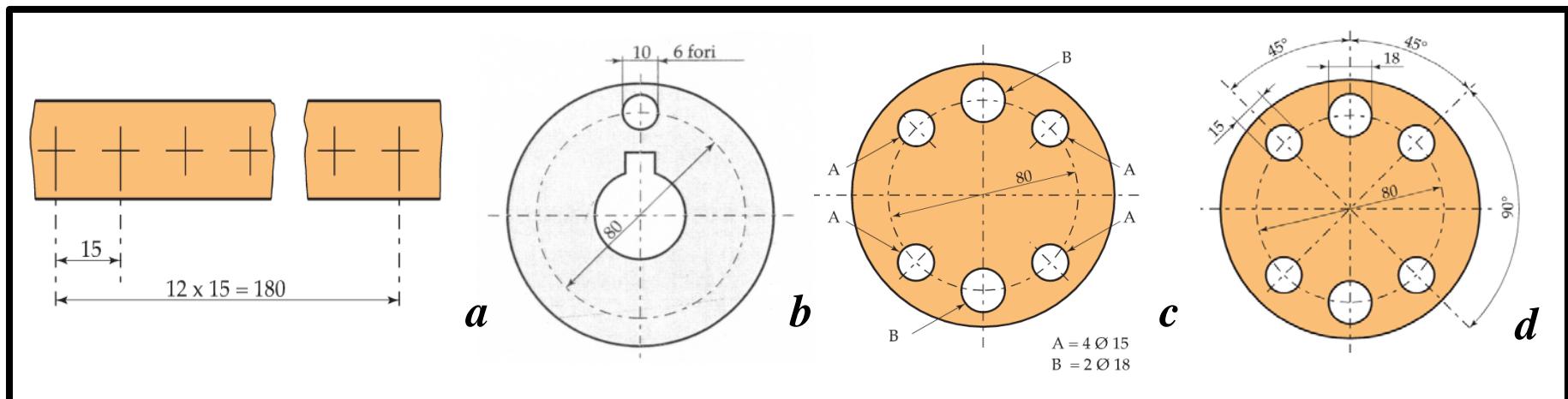


Fig. 14 –Esempi di quotatura di elementi uguali.

Schede riassuntive per la quotatura

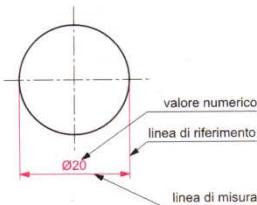
Le schede sono tratte dal file in estensione on line del corso di disegno di Sergio Sammarone.

Quotatura (UNI ISO 129-1)

NOMENCLATURA

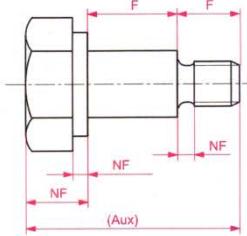
Quotatura è l'insieme delle quote e delle informazioni alfanumeriche necessarie a determinare le dimensioni di un oggetto in tutti i suoi elementi.

Quota è l'insieme della linea di misura, delle linee di riferimento e del valore numerico che definisce una dimensione nel disegno.



Le quote (UNI ISO 129-1) sono distinte in:

- **quote funzionali**, essenziali alla funzione dell'oggetto;
- **quote non funzionali**, non essenziali alla funzione dell'oggetto;
- **quote auxiliarie**, già deducibili da altre quote, ma utili per evitare calcoli. Esse si indicano tra parentesi.



F = Funzionale
NF = Non Funzionale
Aux = Auxiliare

nota bene

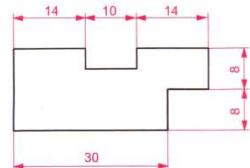
In una **quotatura geometrica**, che descrive cioè solo la forma e le dimensioni dell'oggetto, non vi è distinzione tra quote funzionali e non funzionali; questa distinzione è invece essenziale in una **quotatura funzionale**.

Copyright © 2012 Zanichelli Editore SpA, Bologna [6237]
Questo file è una estensione online dei corsi di disegno di Sergio Sammarone

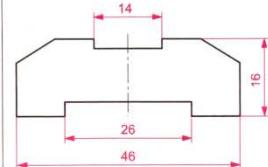
PRINCIPI GENERALI DI QUOTATURA

Le quote di un disegno devono essere espresse nella stessa **unità di misura**.

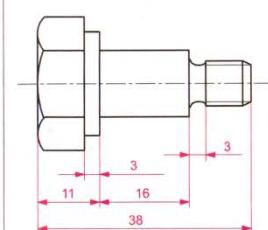
In genere le quote sono espresse in mm; altre unità di misura devono essere indicate esplicitamente.



Le quote non si devono rilevare dal disegno mediante **scala**.



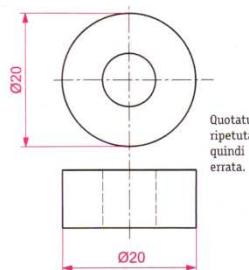
Quotatura incompleta, quindi errata.
Una quota funzionale non si deve dedurre da altre quote.



La lunghezza del gambo della vite è una quota funzionale e quindi non si deve ricavare da altre quote; pertanto la quotatura è errata.

Ciascun elemento dell'oggetto deve essere quotato **non più di una volta**.

Un'eccezione è costituita dalle quote ausiliarie, aggiuntive per comodità di lettura.



Quotatura ripetuta, quindi errata.

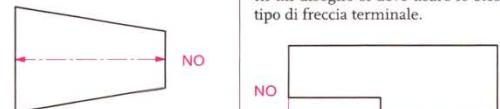
CARATTERISTICHE DELLE LINEE DI MISURA

La linea di misura individua una dimensione dell'oggetto; in generale è provvista di **frecce terminali** alle estremità ed è delimitata da linee di riferimento.

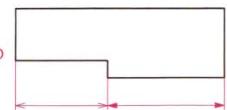


Frecce proporzionate alla grandezza del disegno

Le linee di misura si eseguono con **linea continua fine** (tipo 1.1). Non si possono utilizzare altri tipi di linee (mista fine, a tratti, ecc.).



In un disegno si deve usare lo stesso tipo di freccia terminale.



Normalmente le frecce si dispongono all'interno delle linee di riferimento; in caso di mancanza di spazio si possono disegnare all'esterno.

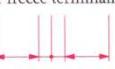


In alcuni casi si possono disegnare **linee di misura incomplete**:

- **tratti obliqui**, inclinati di 45° rispetto alla linea di misura;



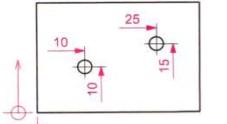
- **punto**, quando non vi è spazio sufficiente per frecce terminali;



- **circonferenza**, con diametro di circa 3 mm, quando l'estremità è origine di un sistema di riferimento.



- nella quotatura riferita a una origine;

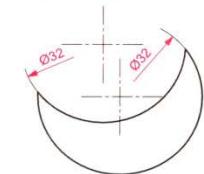


nota bene

In un disegno devono apparire frecce disegnate tutte nella stessa modalità.

Copyright © 2012 Zanichelli Editore SpA, Bologna [6237]
Questo file è una estensione online dei corsi di disegno di Sergio Sammarone

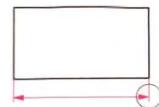
- nelle quote di diametri.



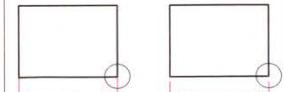
CARATTERISTICHE DELLE LINEE DI RIFERIMENTO

Le linee di riferimento collegano punti dell'oggetto con le estremità delle linee di misura, sporgendo di poco da esse. Vengono disegnate con **linea continua fine** (tipo 1.1).

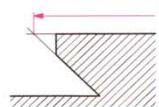
La linea di riferimento sopravanza la linea di misura, mentre questa si arresta sull'altra.



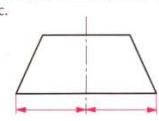
Le linee di riferimento hanno inizio nell'estremo dell'elemento da quotare. È anche possibile distaccarle di una piccola misura (circa 8 volte lo spessore della linea usata).



Qualora le linee di riferimento avessero origine in un punto su linee di costruzione, queste ultime proseguono di poco oltre il punto stesso.



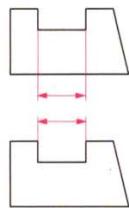
Come linee di riferimento si possono usare assi di simmetria, linee di contorno, ecc.



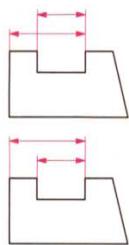
DISPOSIZIONE DELLE LINEE DI RIFERIMENTO

Per quanto possibile le linee di riferimento devono essere disposte secondo i seguenti criteri.

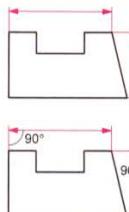
- Non devono intersecare altre linee del disegno.



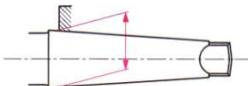
- Non devono intersecare le linee di misura.



- Sono perpendicolari alle linee di misura.



Eccezionalmente le linee di riferimento possono essere oblique rispetto alle linee di misura, come in figura.

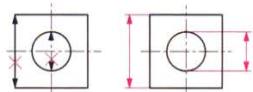


Copyright © 2012 Zanichelli Editore SpA, Bologna [6237]
Questo file è una estensione online dei corsi di disegno di Sergio Sammarone

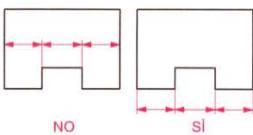
DISPOSIZIONE DELLE LINEE DI MISURA

Le linee di misura devono essere disposte secondo i seguenti criteri.

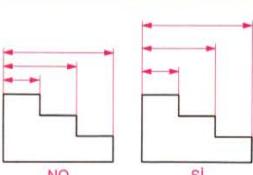
- Non devono coincidere con assi di simmetria, linee di contorno o di riferimento.



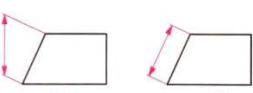
- Devono, per quanto possibile, essere disposte all'esterno delle figure.



- Devono essere opportunamente distanziate tra loro e dal contorno delle figure.



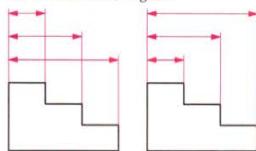
- Devono essere parallele alla dimensione a cui si riferiscono.



- Non devono, per quanto possibile, intersecare le linee di riferimento.

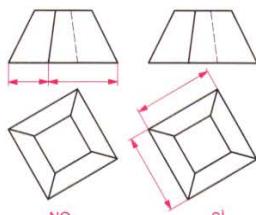
Le linee di misura andranno quindi disegnate in ordine progressivo, dalle

minori alle maggiori, allontanandosi dal contorno delle figure.

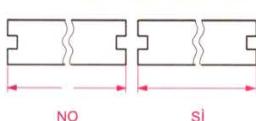


- Devono riferirsi ad elementi paralleli al piano del disegno.

Le linee di misura, quindi, non possono riferirsi a dimensioni viste di scorcio.

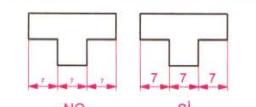


- Devono essere tracciate interamente anche se riferite a elementi rappresentati con interruzioni.

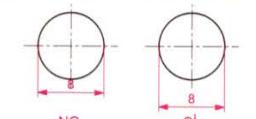


SCRITTURA DEI VALORI NUMERICI

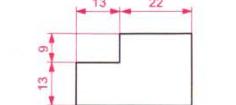
- Devono essere ben leggibili.



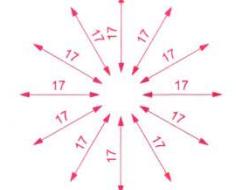
- Non devono sovrapporsi alle linee del disegno.



3. Le cifre devono essere disposte parallelamente alle linee di misura, al di sopra e staccate da esse. I valori devono essere letti dalla base o dal lato destro del disegno.

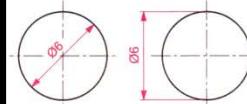
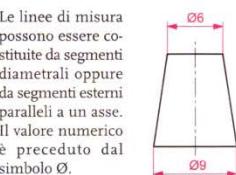


I valori di quote oblique vanno orientati come in figura.



QUOTATURA DI DIAMETRI

Le linee di misura possono essere costituite da segmenti diametrali oppure da segmenti esterni paralleli a un asse. Il valore numerico è preceduto dal simbolo \varnothing .



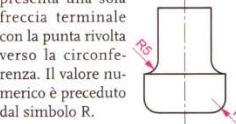
QUOTATURA DI RAGGI

Le linee di misura sono segmenti radiali, interni o esterni; la linea di misura presenta una sola freccia terminale con la punta rivolta verso la circonferenza. Il valore numerico è preceduto dal simbolo R .



QUOTATURA DI QUADRI

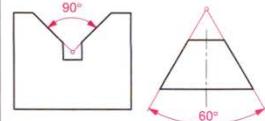
I quadri (barre a sezione quadrata) vengono quotati con il lato preceduto dal simbolo \square .



Copyright © 2012 Zanichelli Editore SpA, Bologna [6237]
Questo file è una estensione online dei corsi di disegno di Sergio Sammarone

QUOTATURA DI ANGOLI

La linea di misura di un angolo è costituita da un arco con centro nel vertice dell'angolo. Le linee di riferimento si trovano sui lati dell'angolo.

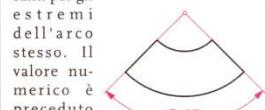


Il valore dell'angolo viene disposto come indicato nella figura.



QUOTATURA DI ARCHI

La linea di misura è un arco concentrico con quello da quotare, mentre le linee di riferimento si trovano sui raggi passanti per gli estremi dell'arco stesso. Il valore numerico è preceduto dal simbolo \textcircled{c} .



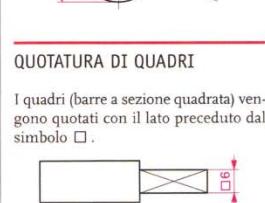
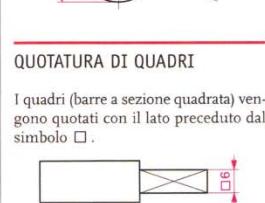
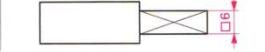
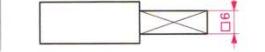
QUOTATURA DI ELEMENTI RIPETUTI

La quotatura di elementi ripetuti a distanze costanti può essere semplificata come in figura. La misura complessiva si indica tra parentesi.



QUOTATURA DI ELEMENTI FUORI SCALA

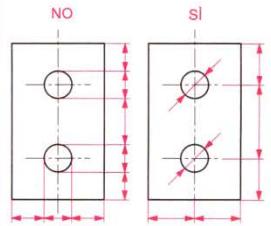
Elementi rappresentati fuori scala (per esempio quelli troppo lunghi e ingombranti) vengono quotati con cifre sottolineate.



Copyright © 2012 Zanichelli Editore SpA, Bologna [6237]
Questo file è una estensione online dei corsi di disegno di Sergio Sammarone

QUOTATURA DI FORI

I fori si quotano con i loro diametri e gli interassi (posizione degli assi).



Appendice 2

- Rettifica
- Brocciatura
- Stozzatura
- Piallatura
- Limatura

Rettifica

Premessa sulla rettifica

La **rettifica** (detta anche rettificatura) è una lavorazione per asportazione di truciolo mediante utensile con taglienti a geometria indefinita chiamato **mola**, costituito da un gran numero di grani abrasivi tenuti insieme da un agglomerante (figura 1). Quest'operazione viene impiegata quando è richiesta una **buona finitura superficiale e una elevate precisione dimensionale**. Esistono molti tipi di rettificatrici (in tondo per esterni, in tondo per interni, in piano frontale, in piano tangenziale, senza centri ecc...).

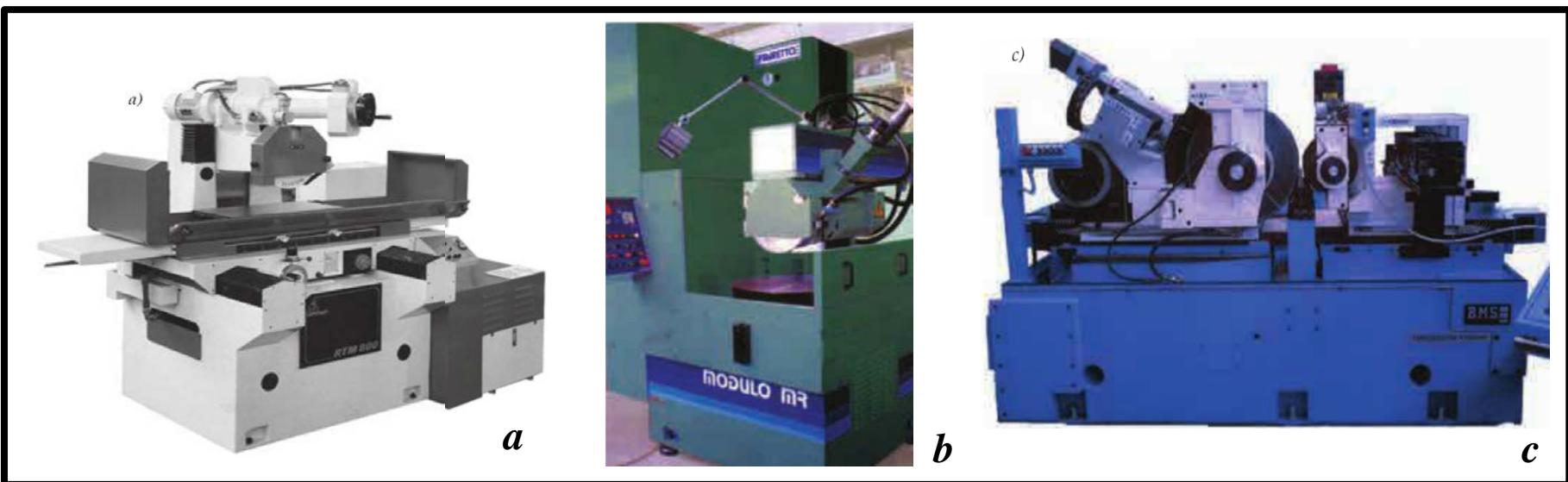


Fig. 1 - a) e b) rettifiche tangenziale per piani; c) rettifica senza centri per tondi

Caratteristiche della rettifica

Rettifica in tondo: per esterni il moto di taglio è posseduto dalla mola che ruota attorno al proprio asse (figura 2a). Il moto di alimentazione è composto dal moto rotatorio del pezzo (nello stesso senso di quello della mola) e da un moto rettilineo alternativo; per interni i moti di taglio e di alimentazione sono gli stessi della rettifica in tondo per esterni (figura 2b).

Rettifica piana: tangenziale l'asse della mola è parallelo alla superficie di lavoro e il moto di taglio è posseduto dalla mola (figura 2c); il moto di alimentazione è composto da un movimento di traslazione longitudinale alternativo posseduto dal pezzo e da un movimento trasversale intermittente posseduto dal pezzo o dalla mola.

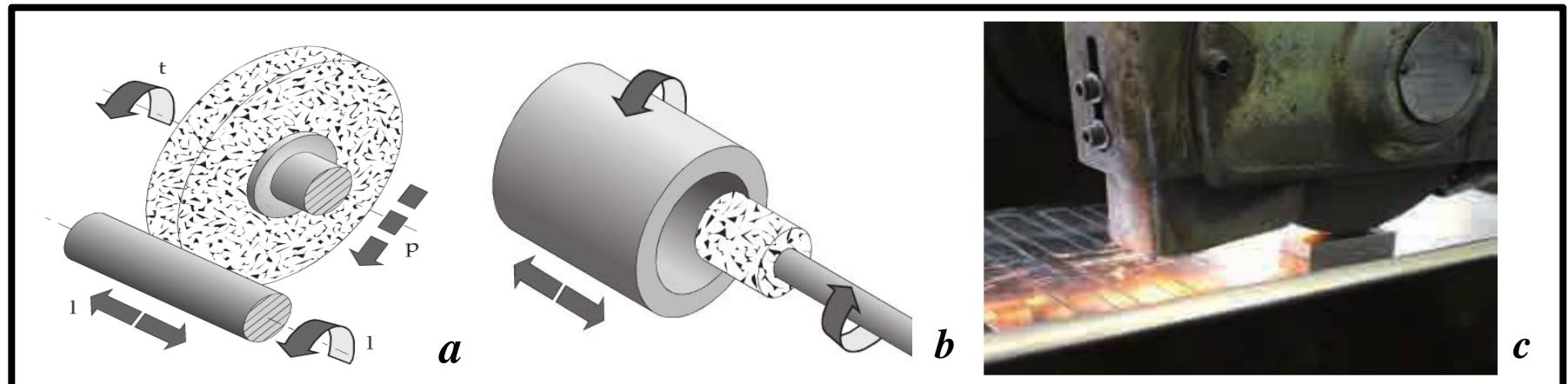


Fig. 2 – rettifica in tondo a) per esterni; b) per interni; c) rettifica in piano tangenziale

Rettifica piana: frontale, l'asse della mola è perpendicolare alla superficie di lavoro: il pezzo possiede solo il moto di alimentazione rettilineo alternativo (figura 3).

Come detto in precedenza esistono poi tanti altri tipi di rettifiche che si caratterizzano per le lavorazioni che eseguono.

Nei disegni in cui è prevista un'operazione di rettifica in tondo è opportuno predisporre opportune **gole di scarico** in prossimità di spallamenti (figura 4) per evitare che la mola lavori due superfici contemporaneamente. Le dimensioni di tali gole sono date da tavelle UNI.

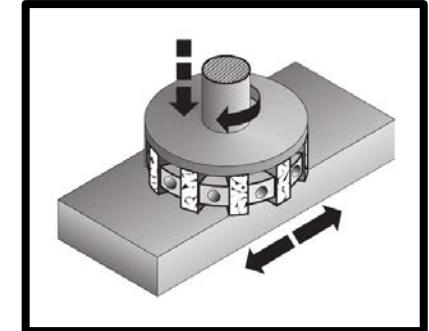


Fig. 3

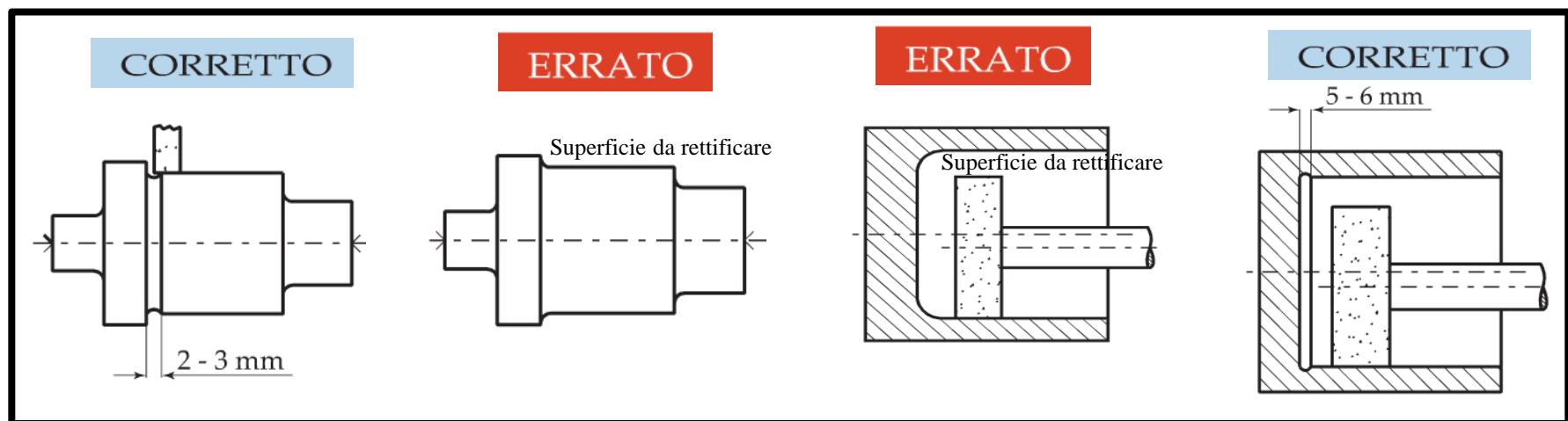


Fig. 4 - a) e d) esecuzione con gola di scarico utensile; b) e c) manca gola di scarico

Broccatura

La broccatura consiste nell'asportazione progressiva di truciolo mediante **un unico passaggio di un utensile, chiamato broccia**, (in genere molto costoso) che possiede sul suo corpo una successione ordinata di taglienti. In figura 5a è schematizzata la modalità di lavoro.); in figura 5b si riportano i tipi di profilo ottenibili.

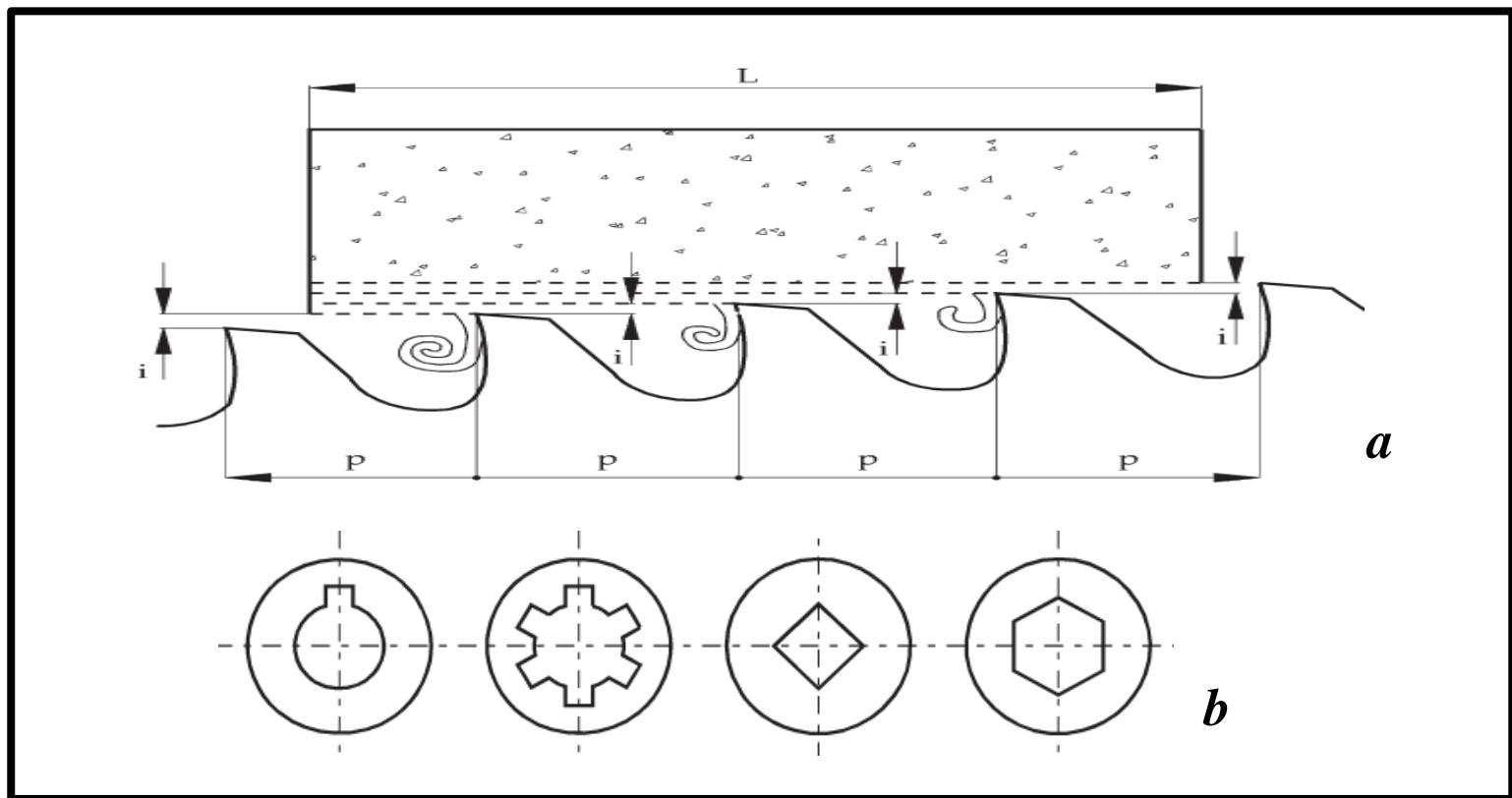


Fig. 5

Stozzatura

L'utensile è animato di un movimento alternato (**movimento di lavoro**) mentre il pezzo è animato di **moto di alimentazione** (figure 6a e 6b). E' di funzionamento analogo alla limatrice dalla quale differisce per lo slittone portautensile disposto verticalmente anziché orizzontalmente, come mostrato in figura 6c, nella quale è mostrato il moto dell'utensile. Con la stozzatrice si possono ottenere superfici piane, generalmente interne, fori quadrati, esagonali, scanalature per chiavette (figura 6d).

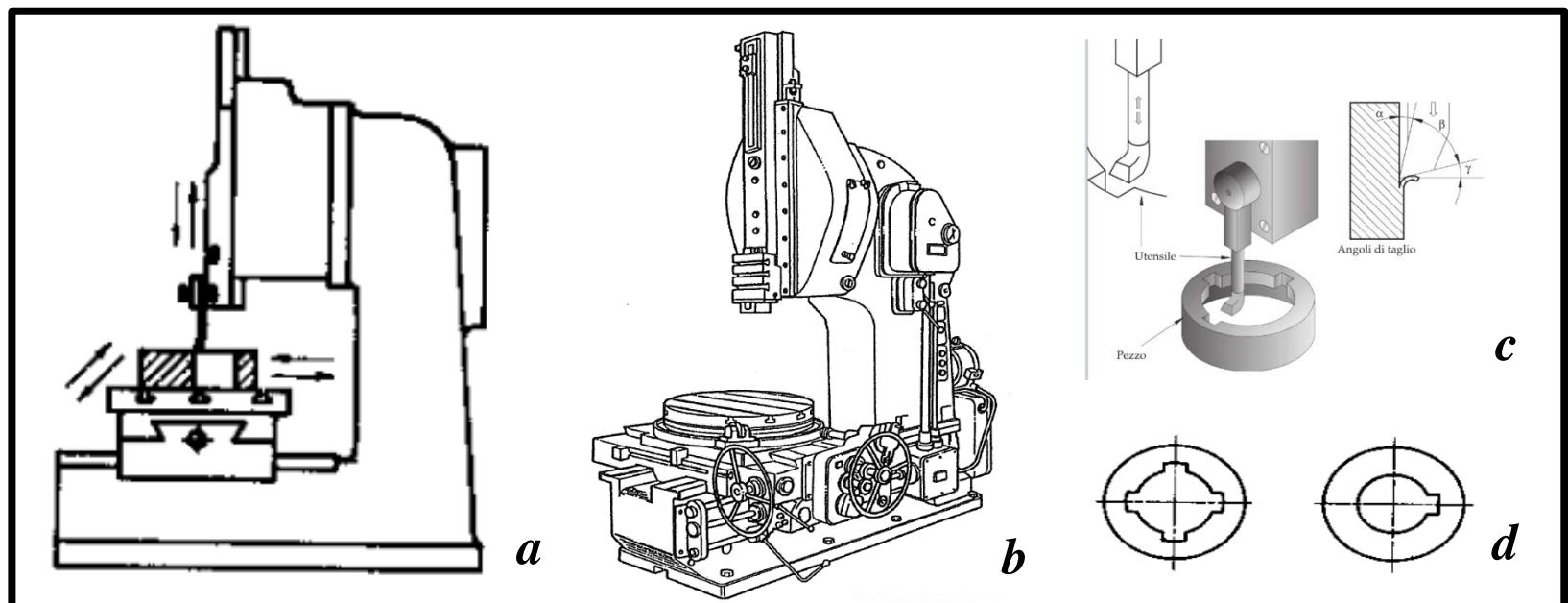


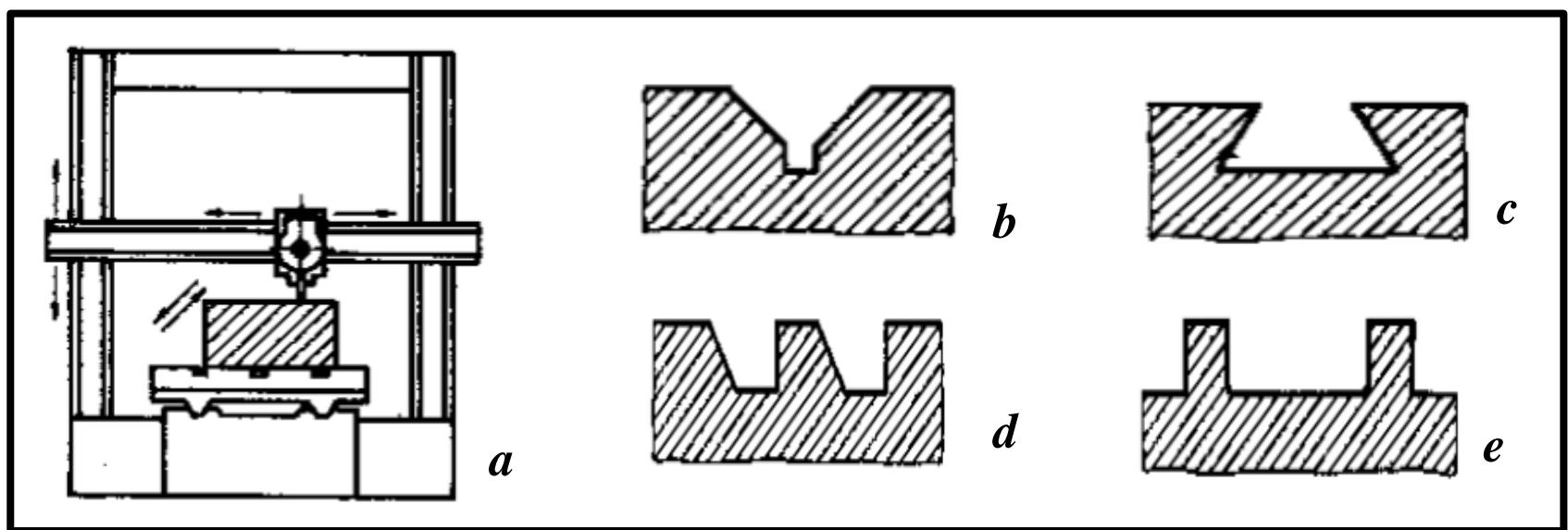
Fig. 6

Piallatura

L'utensile si muove su una traversa (**movimento di alimentazione**), mentre il pezzo è fissato sulla tavola, animata di moto rettilineo alternato (**movimento di lavoro**).

L'utensile rimane fisso durante la corsa di lavoro e di ritorno e si sposta automaticamente (o manualmente) di una quantità stabilita prima dell'inizio di ogni corsa di lavoro. Lo spostamento verticale è generalmente manuale; in caso di piallatura verticale lo spostamento è automatico. Con la piallatrice (figura 7a) si ottengono per lo più superfici piane di grandi dimensioni con precisione e grado di finitura grossolani. Si possono ottenere anche scanalature a V (figura 7b), a coda di rondine (figura 7c), smussi, profili esterni vari (figure 7d e 7e), ecc...

Fig. 7



Limatura

L'utensile è animato di movimento alternato (**movimento di lavoro**) mentre il pezzo è animato di **moto di alimentazione** (figura 8a).

Il pezzo è posto su una tavola regolabile in altezza; il movimento trasversale del pezzo può essere ottenuto a mano oppure automaticamente mediante apposito dispositivo. Il modo di lavorare dell'utensile è illustrato nelle figure 8b e 8c. Data la corsa limitata dell'utensile non è possibile la lavorazione di superfici molto ampie. Pur non essendo una macchina di elevata precisione, si possono ottenere **gradi di finitura maggiori di quelli ottenibili con la piallatrice**.

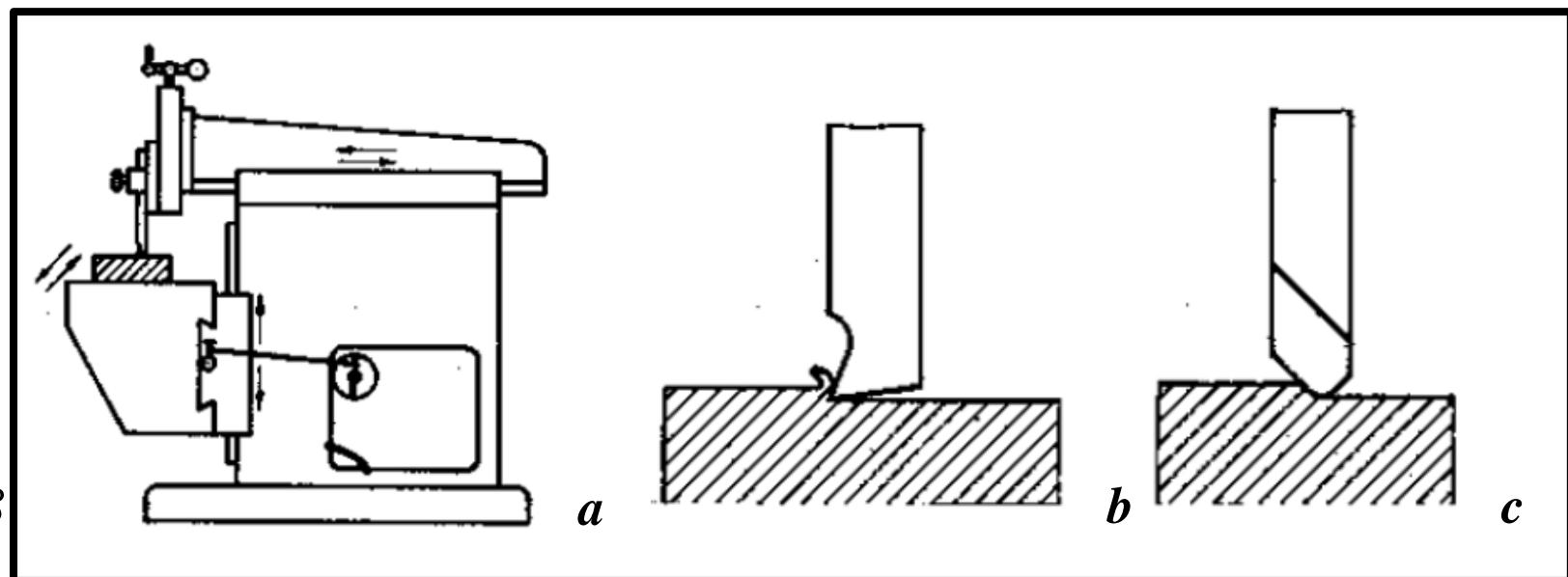


Fig. 8

Processi di lavorazione per deformazione plastica

Premessa

I procedimenti di lavorazione per deformazione plastica sfruttano le proprietà che alcuni materiali hanno di deformarsi permanentemente sotto l'azione di carichi esterni, una volta superato il loro **limite di snervamento**.

Le lavorazioni per deformazione plastica possono avvenire **a caldo o a freddo**: nel primo caso sono necessarie forze minori, a fronte, però, di finiture superficiali e di tolleranze più scadenti.

In generale **le tolleranze e il grado di finitura superficiale ottenibili sono superiori rispetto ai procedimenti di fusione, ma inferiori a quelli raggiungibili con lavorazioni alle macchine utensili**.

Le **caratteristiche meccaniche** dei pezzi costruiti per deformazione plastica sono di norma **buone**, ed in generale superiori a quelle ottenibili attraverso processi di fonderia.

Estrusione

L'estrusione è un processo con cui si forza un materiale a passare attraverso una matrice di forma predeterminata. Può essere **diretta** o **inversa**: nel primo caso il pistone **spinge** il materiale verso la matrice, nel secondo è la **matrice a muoversi**.

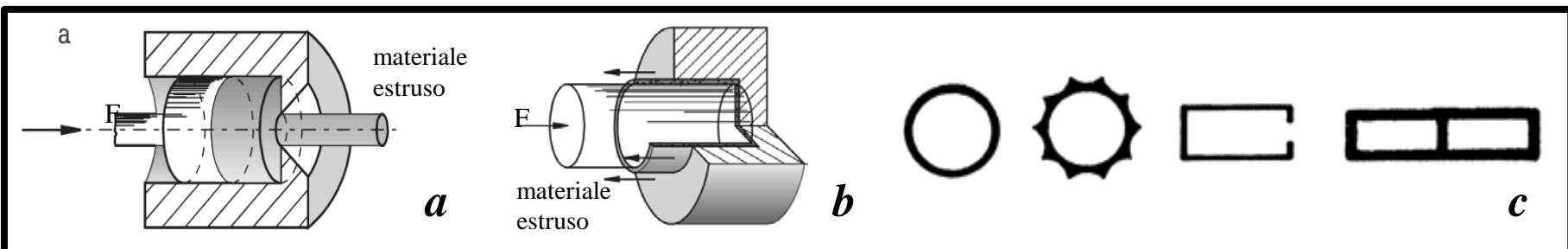


Fig. 9 - estrusione a) diretta; b) inversa; c) tipiche forme ottenute per estrusione.

Trafilatura

Nella trafilatura il materiale è costretto a passare attraverso una sezione di forma predeterminata da una forza applicata di **trazione** (di figura 10a). Le forme tipiche ottenute per trafilatura sono le **barre**, i **fili** ed i **profilati**.

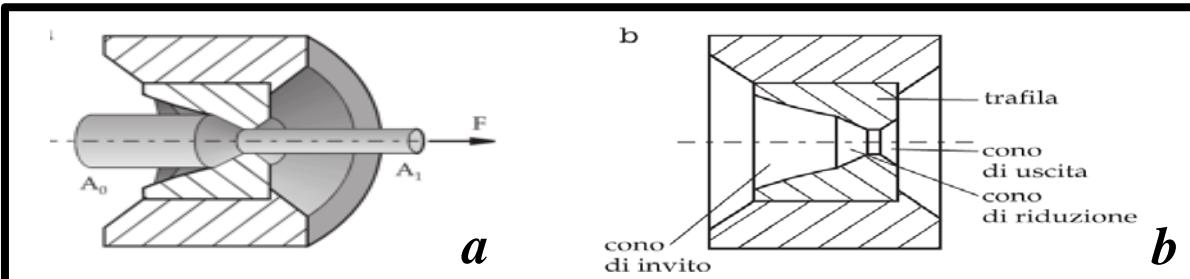


Fig 10 - a) schema della operazione di trafilatura; b) nomenclatura di un foro di trafilatura.

Stampaggio

Nello stampaggio un blocco di materiale (**massello**) è sottoposto all'azione di una pressa che lo forza all'interno di uno stampo per fargli assumere la forma voluta. Tipicamente i prodotti stampati hanno **spessori sottili** (dell'ordine di **2-3 mm**). Sono costruite per stampaggio molte parti di autoveicoli (cofano, portiere, ecc...).

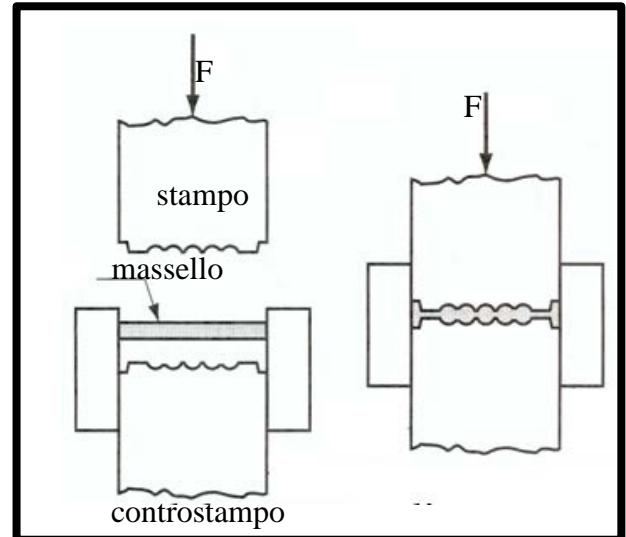


Fig.11

Laminazione

La laminazione consiste nel far passare il materiale attraverso due cilindri, lisci o sagomati, ruotanti in senso opposto. Il prodotto finito si ottiene, di solito, attraverso una serie di lavorazioni successive (figura 12a). Nella figura 12b sono schematizzati alcuni tipi prodotti ottenuti per laminazione (**profilati**)

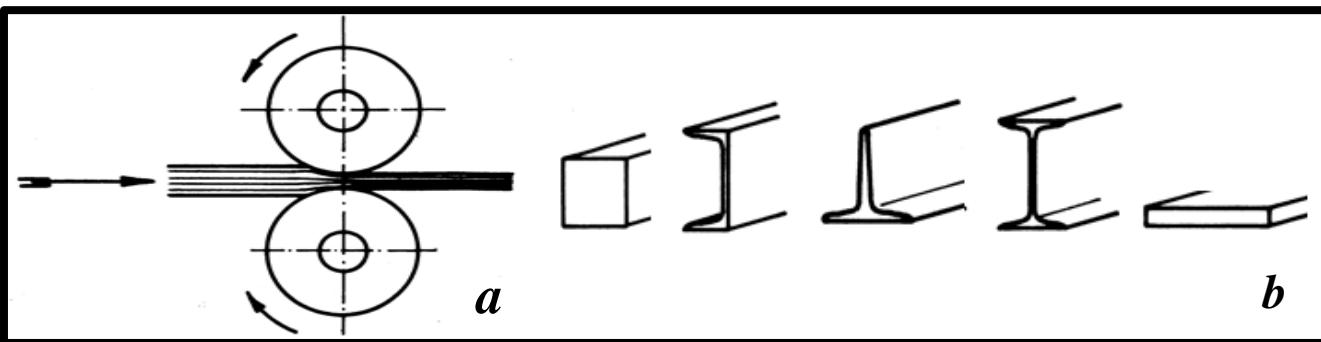


Fig. 12 - b) schema del processo di laminazione a) profilati ottenuti per laminazione;

Norme di riferimento per il Cap. 5

UNI 3973:1989	Disegni tecnici. Quotatura. Linee di misura e di riferimento e criteri di indicazione delle quote.
UNI 3974:1989	Disegni tecnici. Sistemi di quotatura.
UNI 3975:1989	Disegni tecnici. Convenzioni particolari di quotatura.
UNI 4429:1960	Arrotondamenti per applicazioni meccaniche.
UNI 4820:1989	Disegni tecnici. Definizioni e principi di quotatura.

Norme di riferimento per il Cap. 5 (segue)

UNI 8822-1:1986	Disegni tecnici per comando numerico. Quotatura in coordinate per la Programmazione manuale.
UNI 8822-2:1986	Disegni tecnici per comando numerico. Quotatura in coordinate per la programmazione automatica.
UNI ISO 3040:1993	Disegni tecnici. Quotatura ed indicazione delle tolleranze. Elementi conici.
UNI EN ISO 1119:2003	Disegni tecnici. Quotatura ed indicazione delle tolleranze. Elementi conici.
UNI EN ISO 5261:2001	Disegni tecnici – Rappresentazione semplificata delle sezioni delle barre e dei profilati.

Fine Cap. 5